

Mobilní pracoviště pro spojování dopravních pásů
Mobile Workplace for Joining Conveyor Belts

Student:

Marian Slowioczek

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Josef Jurman, CSc.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student: **Marian Slowioczek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 70 Zemní, těžební a stavební stroje
Téma: **Mobilní pracoviště pro spojování dopravních pásů**
Mobile Workplace for Joining Conveyor Belts

Zásady pro vypracování:

Pro pásové dopravníky provozované v hlubinných dolech OKR navrhnete mobilní zařízení ke spojování dopravních pásů. Podmínkou je stavebnicová konstrukce a průchodnost jednotlivých dílů důlními díly. Zpracujte rešerši stávajících technologií a techniky spojování pásů, přehled používaných pásů v dolech, koncepční návrh zařízení, konstrukční návrh spojovacího uzlu, potřebné výpočty, dílenský výkres vybrané součástí.

Seznam doporučené odborné literatury:

JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1. vydání, Praha: Ediční stře. ČVUT v Praze, 1999. 119 s.
CVEKL, Z. – DRAŽAN, F. *Teoretické základy transportních zařízení*. 1. vyd., Praha: SNTL, 1976. 319 s.
FRIES, J. *Pásové dopravníky, bubny a jejich výpočet*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009, 189 s. ISBN 978-80-248-2080-4.
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: ČNI, 1996. 32 s.

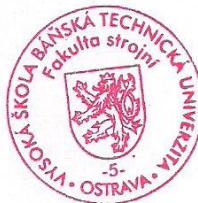
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Josef Jurman, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2014
Datum odevzdání: 18.05.2015



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu,
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....

Marian Slowioczek

Petrovice u Karviné č. p. 253 PSČ 73572

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Slowioczek, M. Mobilní pracoviště pro spojování dopravních pásů: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2015, s. Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Jurman, CSc.

V této bakalářské práci navrhuji pracovní stůl, který slouží pro napnutí a vedení dopravního pásu při jeho spojování. Úvod práce věnuji přehledu současných druhů pásů, dopravníků a způsobů spojení pásů. V úvodu se věnuji popisu hlavních částí zařízení a vysvětlení důvodů zvolení právě této konstrukce. Konstrukce stolu je navržena především k uskladnění pod dopravník. V další části se zabývám výběrem navijáků a zvedáků pro manipulaci s pásem a stolem. Zvolil jsem lanový naviják firmy Brano hlavně díky možnosti jeho použití v dolech. Od stejné firmy jsem poté zvolil také řehtačkový zvedák. Konec práce věnuji pevnostním výpočtům a analýzám. Výsledkem je mobilního pracoviště, které má stavebnicovou konstrukci sloužící pro snadné uskladnění a jednoduchou manipulaci ve stísněných prostorech.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Slowioczek, M. Mobile Workplace for Joining Conveyor Belts. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2012, 58 p. Thesis head: Fries, J.

In this Bachelor thesis I design a workplace. Workplace is used for the tension and lead the conveyor belt for his connection. Introduction my thesis is dedicate of the current conveyor belts, conveyors and ways to connection belts. In the introduction I describe the main parts of the equipment and an explanation of the reasons for choosing this design. Workplace is designed primarily for storage under the conveyor. In the next section I select winches and jacks for manipulation with the belt and a table. I chose the rope winch from company Brano mainly due to the possibility used in the mines. From the same company I then also chose leverage Jack. The end of the thesis I dedicate strength calculations and Finite Element Method analysis. The result is a mobile workplace, which has a modular construction for easy storage and easy handling in confined spaces.

Obsah

SESZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	8
1 ÚVOD	10
2 DOPRAVNÍ PÁS	11
3 DOPRAVNÍKY	14
3.1 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY	16
4 SPOJOVÁNÍ DOPRAVNÍCH PÁSŮ	20
4.1 LEPENÍ PÁSU (ZA STUDENA)	21
4.2 VULKANIZACE	23
4.2.1 VULKANIZACE GUMOTEXTILNÍHO PÁSU	24
4.2.2 VULKANIZACE PÁSU S KOSTROU Z OCELOVÝCH LANEK	26
4.3 MECHANICKÉ SPOJENÍ	27
5 VULKANIZAČNÍ LIS	31
6 PRACOVNÍ STŮL	33
6.1 HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ CELKY STOLU	34
7 VOLBA NAVIJÁKU A JEHO UCHYCENÍ	43
8 PÁSOVÁ SVĚRKA	47
8.1 POSTUP INSTALACE PÁSOVÉ SVĚRKY	49
9 PŘÍDAVNÁ ZAŘÍZENÍ K PRACOVNÍMU STOLU (1200MM)	51
10 VÝPOČET ČEPU	54
11 VÝPOČET ŠROUBOVÉHO SPOJE	57

12	URČENÍ DEFORMACÍ STOLU POMOCÍ MKP ANALÝZY	63
13	ZÁVĚR	67

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

D	průměr čepu	(mm)
ES	modul pružnosti v tahu	(MPa)
F	síla působící na jeden šroub	(N)
Fb	tíhová síla (stůl bez zavěšení)	(N)
Fc	tíhová síla (stůl se zavěšení)	(N)
FO	osová síla ve šroubu	(N)
FS	síla v předepjatém šroubu	(N)
Mo	ohybový moment	(Nm)
MTM	moment od tření pod maticí	(Nm)
MTZ	moment od tření v závitu	(Nm)
Mu	utahovací moment	(Nm)
P	stoupání závitu	(mm)
Re	mez kluzu	(MPa)
Sk	průměr pod maticí	(mm)
SPŘ	plocha průřezu	(mm ²)
Wo	modul průřezu v ohybu	(mm ³)
b	tloušťka uchycení	(mm)
c _{př}	tuhost příruby	(N/mm)
c _s	tuhost šroubu	(N/mm)
dD	průměr otvoru díry pro šroub	(mm)
dRED	redukovaný průměr	(mm)
dS	průměr dřívku šroubu	(mm)
d2	střední průměr závitu	(mm)

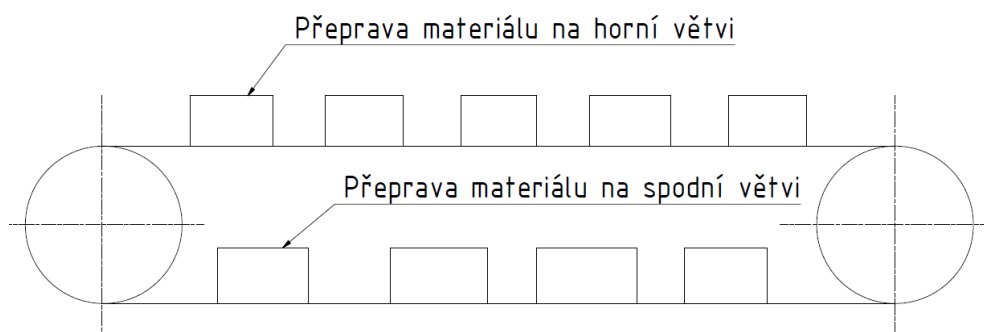
d3	malý průměr závitu	(mm)
fz	součinitel tření mezi závity	(-)
g	gravitační zrychlení	(m/s ²)
h	výška matice	(mm)
k	výška hlavy šroubu	(mm)
k,	bezpečnost	(-)
lP1	tloušťka podložky	(mm)
lP2	tloušťka pružné podložky	(mm)
lPŘ	šířka příruby	(mm)
lZB	zbytková délka závitu	(mm)
mb	hmotnost stolu bez zavěšení	(kg)
mc	hmotnost stolu se zavěšení	(kg)
p	tlak	(MPa)
pD	dovolený tlak	(MPa)
t	tloušťka nosného ucha	(mm)
σDO	dovolené napětí v ohybu	(MPa)
σO	napětí v ohybu	(MPa)
σRED	redukováné napětí	(MPa)
σT	napětí v tahu	(MPa)
τD	dovolené napětí ve střihu	(MPa)
τK	napětí v krutu	(MPa)
τS	napětí ve střihu	(MPa)
ψ	úhel stoupání závitu	(°)
φ	třecí úhel závitu	(°)

1 ÚVOD

V této bakalářské práci se budu věnovat návrhu a konstrukci pracovního stolu (mobilního pracoviště). Který slouží pro spojování dopravních pásů dopravníků o rozměru pásu 1200 mm, jenž je lokalizovaný v hlubinných dolech. Z tohoto důvodu je na zařízení kladen předpoklad, že jeho konstrukce bude snadno demontovatelná a přemístitelná ve stísněných prostorách a bude splňovat bezpečnostní podmínky (nejvyšší prioritou je bezpečná manipulace se zařízením v prostorách, kde hrozí vznícení výbušných plynů). Konstrukci jsem proto pojal jako rozebíratelnou stavebnicového rázu s průchodností důlním výtahem a následně v důlních chodbách. Vzhledem ke stísněným prostorám bylo taktéž nutné vyřešit problém s uskladněním přípravku v době jeho nečinnosti. Což jsem vyřešil zavěšením stolu pod dopravník, takže nezabírá takřka žádný prostor navíc. Také kladu velký důraz na bezpečnost při natahování pásu před jeho spojením a při spouštění stolu do pracovní polohy. Krom návrhu samotného pracovního stolu jsem taktéž zkonstruoval bezpečnostní prvek pro pásové svěrky, které napomáhají natažení pásu a také jsem provedl výběr lanových navijáků od firmy Brano (naviják může pracovat ve výbušném prostředí). Dále taktéž uvádím i jiná řešení napínání pásu než jen pomocí lanového navijáku a to konkrétně pomocí řehťáčkového zvedáku. Při konstrukci mobilního pracoviště jsem se držel zvyklostí a normami užívanými firmou DvB-AF. Nedílnou součástí mé práce je také zpracování rešerše ohledně různých metod spojování pásů, druhy pásů a jejich konstrukce, samozřejmě s uvedením současně používaných materiálů pro jejich výrobu. Vzhledem k tomu, že pásy jsou hlavním prvkem pásového dopravníku, nesměl jsem vynechat základní informace a dělení těchto zařízení.

2 DOPRAVNÍ PÁS

Pás je hlavním prvkem pásového dopravníku. Je to v podstatě takzvaný nekonečný prvek, jenž je natažen mezi dvěma koncovými bubny (Hnacím a koncovým) a je podpírán nosnými válečky na horní větvi a vratnými válečky na spodní větvi dopravníku. Slouží jako tažný prvek, který má funkci nesení materiálu, břemen a v určitých speciálních případech také lidí (např. v Německu je možné používat některé pásové dopravníky pro přepravu uhlí v dolech použít také pro přepravu osob, u nás v České republice to normy a zvyklosti neumožňují.). Přepravovaný materiál může být v podobě sypké nebo kusové. Pásky se používají v těžebním průmyslu (pískovny, hlubinné a povrchové doly, cementárny, kamenolomy, šterkovny), výrobně zpracovatelském průmyslu (strojírna, sklárny, ocelárny, cihelny) dále také v zemědělství, energetice a stavebnictví. Samotný materiál přenáší tažný element na horní straně, spodní straně nebo lze vidět také variantu kombinující, tedy přenáší materiál jak na horní tak na spodní straně pásu.



Obr. 1. Ukázka možných variant přepravy

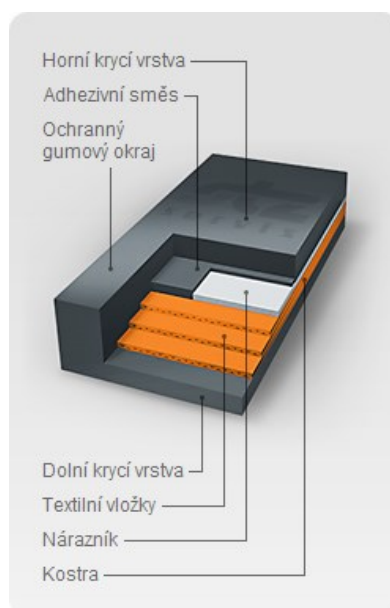
Pás se skládá z nosné kostry (ta může být vyrobena z např.: textilních vložek nebo třeba z ocelových lanek.). Nosná kostra slouží pro přenos všech tažných sil, které jsou potřeba pro přenos materiálu od hnacího bubnu, až po koncový buben dopravníku. Zároveň samotná kostra určuje míru pevnosti celého pásu. Dále se skládá z horní krycí vrstvy. Ta má vícero funkcí, hlavní funkcí je ochrana kostry před abrazivními, korozivními a tepelnými vlivy od přepravovaného materiálu, ale také od prostředí, ve kterém se dopravník nachází. Spodní krycí vrstva má podobný účel jako horní krycí vrstva, navíc musí ochránit kostru před abrazí od rotujících válečků a bubnů. Poslední částí pásu je boční krytí to však nemusí být úplně u všech druhů pásu především u pásů řezaných toto krytí chybí, proto je zapotřebí

bud' krytí dodělat, nebo udělat jiná opatření. Boční krytí zabraňuje třepení pásu na rozích a zároveň eliminuje ostré hrany pásu, které by mohly způsobit zranění.

DĚLENÍ PÁSŮ:

a) Dle materiálu nosné kostry:

- kostra z textilních vložek: existují textilní vložky s jednou vrstvou (materiál je většinou polyamid, polyester). Se dvěma a více vrstvami (2 až 6) tyto vrstvy se vyrábí z těchto materiálů: bavlna, kevlar, aramid. Vrstvy se spojují pomocí vulkanizace. Používají se pro přepravu sypkých a kusových materiálů. Uplatnění v těžebním, stavebním, výrobním průmyslu.



Obr. 2. Průřez gumotextilním pásem [1]

- kostra ocelokordová (z ocelových lanek): používají se vysokopevnostní, ocelové, stejnosměrné, pozinkované lanka. Která jsou umístěna v jedné rovině. Tyto pásy jsou určeny pro těžký průmysl a především pro dlouhé tratě kde se využívá vlastnost toho, že pásy této konstrukce nejsou náchylné na protažení a následnou deformaci kterou způsobí tahové síly v pásu.



Obr. 2.1. Průřez ocelokordovým pásem [1]

b) Dle materiálu krycích vrstev:

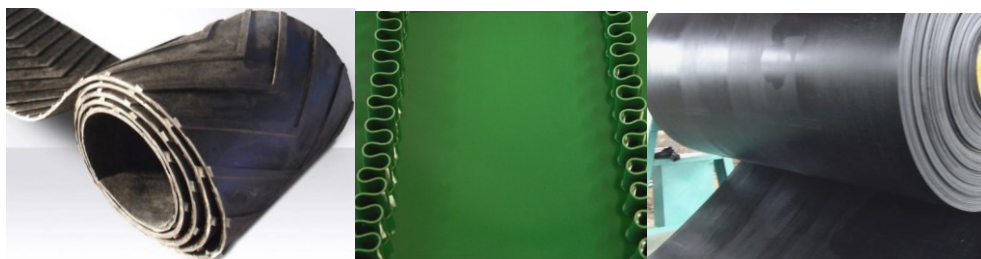
- pryž: široká škála použití od těžkého průmyslu, až po pásy v supermarketech
- PVC: používají se především v potravinářském, farmaceutickém a chemickém průmyslu.
- polyuretan: použití podobné jako u materiálu PVC

Použití	Přepravovaný náklad	Vrchní vrstva (mm)	Spodní vrstva (mm)
Transport v podzemních a povrchových dolech, pískovnách, cementárnách a štěrkárnách.	tříděné uhlí, štěrk, skrývka	3 až 5	2 až 3
Transport v podzemních a povrchových dolech.	surové uhlí, rudy, kamení, skrývka	4 až 6	2 až 4
Transport z rýpadel, rovnačů zeminy, překládacích zařízení.	kusové uhlí, kamení, rudy	8 až 10	2 až 4

Tab. 1. Tloušťky krycích vrstev pásů

c) Dle tvaru vrchní vrstvy:

- hladké
- s tvarovým prvkem (profilované)
- s vyvýšenými okraji



1.

2.

3.

Obr. 3. 1-pás s profilem, 2-pás s vlnovitými bočnicemi (mat. PVC), 3-hladký pás [2]

d) Dle krycích vrstev:

- bez krycí vrstvy
- s krycí vrstvou bez bočního krytí
- s krycí vrstvou a s bočním krytím

3 DOPRAVNÍKY

Nejprve chci uvést pár základních pojmů z dopravy, abych jasně stanovil názvosloví které hodlám v této práci hojně používat.

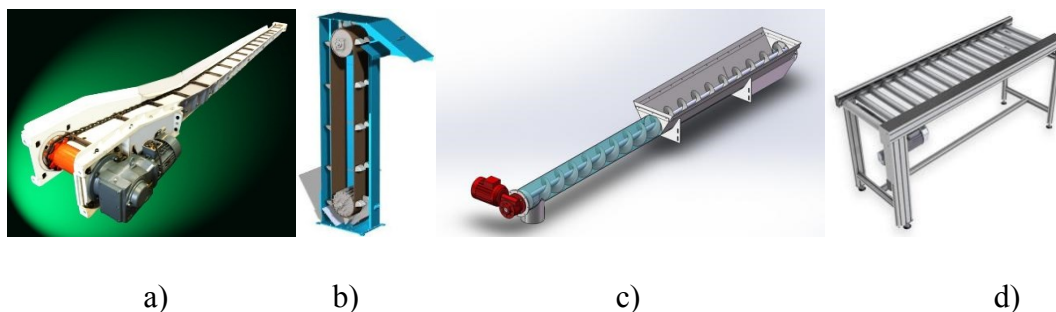
- manipulace s materiálem: odborné přemísťování, ložení a usměrňování materiálu ve výrobě, oběhu a skladování (platné normy: ČSN 26 0001, ČSN 01 8500).

- doprava: pohyb dopravních prostředků po dopravních cestách nebo činnosti dopravního zařízení. Doprava může být buď plynulá (nepřetržitá např. pásová), nebo přerušovaná (např. železniční, silniční, letecká, námořní atd.).
- dopravní (transportní) zařízení: určeno k vodorovné, úklonné a svislé přepravě nákladu.
- dopravní prostředek: technický prostředek, kterým se uskutečňuje přeprava nákladu. Prostředek i náklad se pohybují po dopravních cestách.

Vzhledem k tomu, že pás je hlavní součástí pásového dopravníku zde uvádím co to vlastně dopravník je a jaké máme další druhy. Jsou to zařízení, která slouží pro přepravu materiálů, osob a břemen. Přepravní směr může být vodorovný, svislý nebo úklonný. Přepravovaný materiál je na dopravník přiveden pomocí jiného stroje a je přepravován pouze určitou částí zařízení, většina komponent je v klidu.

Druhy dopravníků:

- Pásový
- Válečkový
- korečkový
- lamelový
- řetězový
- hřeblový
- šnekový



Obr. 4. a-hřeblový dopravník, b-korečkový dopravník, c-šnekový dopravník, d-válečkový dopravník. [4]

3.1 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY

Jsou dopravníky, které používají pro přenos (čili jsou jak tažnými tak nosnými prvky) materiálů pásy různých provedení. Pásové dopravníky jsou nejčastěji se vyskytujícími zařízeními pro přepravu materiálu (především sypkého) na světě. Důvodem je velká variabilita výkonů a dopravních vzdáleností. Jejich největšími klady jsou: méně složitá konstrukce, nízká spotřeba energie, nakládání a vykládání materiálu lze provést ve kterémkoli místě dopravníku, nízká celková hmotnost, vysoké přepravní rychlosti, snadná údržba a opravy, vysoké dopravní výkony (mohou dosahovat až 18 000 t/hod), velké přepravní vzdálenosti (někdy až 6 km).



Obr. 4.1. Pásový dopravník [4]

Mezi nevýhody patří: při překročení určitého sklonu dopravníku je nutno udělat úpravy, nelze přepravovat břemena o vyšších teplotách, příliš mnoho rotačních součástí (dbát na bezpečnost pracovníků), omezené možnosti při přepravě chemicky a abrazivně agresivních látek. Sклон dopravníku s klasickým hladkým pásem by neměl přesahovat 18 až 20° u dopravy dovrchní a -12° u dopravy úpadní. Vše ovšem závisí na druhu dopravovaného materiálu (např. na jeho kusovitosti, tvaru atd.). Lze také upravit pás nebo dopravník

abychom získali schopnost přepravovat materiál do větších sklonů. Nejvýhodnější je upravovat pouze pás a to například přidáním žeber, která dokáží překonat sklon 30 až 45° v závislosti na druhu přepravovaného materiálu. Další velmi používanou úpravou je přidání vyvýšených okrajů (nejčastěji vlnitých), což nám umožní sklon dopravy 45 až 60°. Pokud bychom k zvlněným okrajům přidali také příčné příčky, umožníme 90° sklonu což už nazýváme svislou dopravou. Úpravy pásů nebo dopravníků nemusí být jen kvůli sklonu, ale také kvůli tvaru přepravovaného materiálu zářným příkladem je přeprava ložiskových tělísek (především kuliček), kde je opravdu potřeba zajistit přenos vzhledem k tomu, že bez zajištění by se kuličky akorát přetáčely a nepohybovaly vpřed.

DĚLENÍ PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ:

Dělení podle normy ČSN 26 0001 („Dopravní zařízení, názvosloví a rozdělení“.)

1. dle tažného elementu (druh pásu):

- dopravník s gumovým (PVC) pásem
- dopravník s ocelogumovým pásem
- dopravník s pásem z drátěného pletiva
- dopravník s ocelovým pásem

2. dle provedení nosné konstrukce:

- stabilní: konstrukce dopravníku je pevně připojena se základy
- pojízdné a přenosné: konstrukce dopravníku umožňuje snadné přemísťování, pro malé dopravní výkony.
- přestavitelné: umožňují rozebrání a znovu sestavení na jiném místě, pro velké dopravní výkony a vzdálenosti. Hlavní použití v hlubinných dolech.



1.



2.

Obr. 5. 1-stabilní dopravník [6], 2-přenosný dopravník [5]

Další dělení:

1. dle tvaru dráhy:

- a) lomené: oblouky zlomu jsou: konkávní (ze svislého do vodorovného), konvexní (naopak)
- b) přímé



Obr. 5.1. Lomený dopravník [7]

2. dle sklonu dopravníku:

- a) vodorovná doprava

- b) úhlová doprava: dovrchní, úpadní
- c) svislá doprava

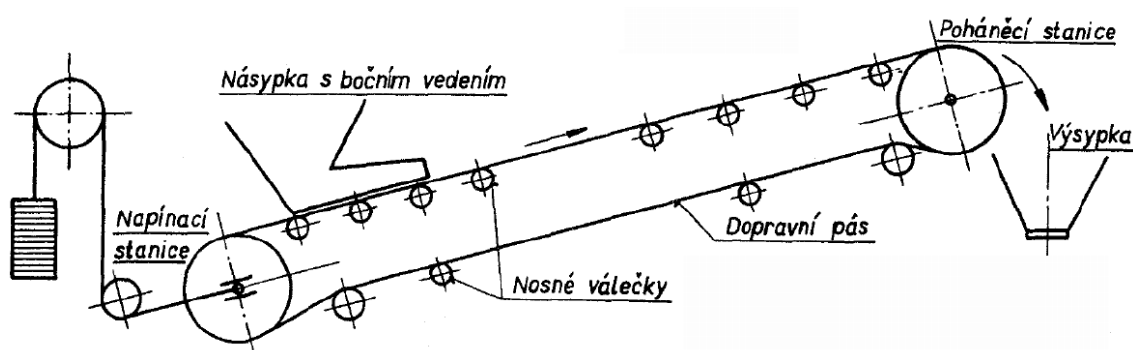
3. dle směru dopravy:

- a) jednosměrný – dopravuje materiál pouze jedním směrem
- b) dvousměrné – umožňuje dopravu materiálu tam i zpět

HLAVNÍ ČÁSTI:

pásového dopravníku (pásem je guma nebo PVC), dle normy: ČSN 26 0360.

- dopravní pás
- poháněcí stanice
- napínací stanice
- nosné stolice a válečky
- výzbroj a příslušenství: násypka, výsypka, čističe, bezpečnostní zařízení, zařízení pro odvádění materiálu z pásu.



Obr. 6. Schéma pásového dopravníku [8]

4 SPOJOVÁNÍ DOPRAVNÍCH PÁSŮ

Jelikož jsou dopravní pásy takzvaným nekonečným prvkem, musíme zajistit jejich spojení. Pásy se prodávají ve dvou variantách a to celistvé, kdy se pomocí takzvané vulkanizace spojí hned v průběhu výrobního procesu (takto se prodávají pouze pásy o malých délkách), nebo v rozpojeném tvaru (pásy velkých délek). Vzhledem k tomu, že dopravníky v hlubinných dolech dosahují značných délek musí se zajistit jejich spojení přímo na místě. Při spojování nikdy nedokážeme dokonale spojit nosnou kostru pásu (jsou zde narušené textilní vlákna nebo ocelová výztuž). Což znamená, že místo spoje je zároveň nejslabším místem celého pásu.

Existuje celá řada metod spojení. Vždy volíme dle parametrů, které musí spoj splnit. Parametry zajišťují, aby spoj měl stejnou tloušťku a elasticnost (nebo alespoň co nejbližší) jako pás. Samozřejmě je na spoj kladen obrovský důraz na dlouhou životnost právě, proto je nutné vlastnosti spoje co nejvíce přiblížit vlastnostem samotného pásu.

DĚLENÍ SPOJŮ

Spoje nerozebíratelné: - lepením (za studena)

- vulkanizací (za tepla)

Výhodou je takřka stoprocentní pevnost (samozřejmě při správném provedení), nevýhodou je obrovsky pracná příprava spoje a provedení.

Spoje rozebíratelné: - pomocí spon

Výhodou je snadné a relativně rychlé provedení a příprava spoje, nevýhodou však je nižší pevnost než u lepených, dále propadávání materiálu okolo spoje což zapříčiňuje znečištění spodní větve dopravního pásu.

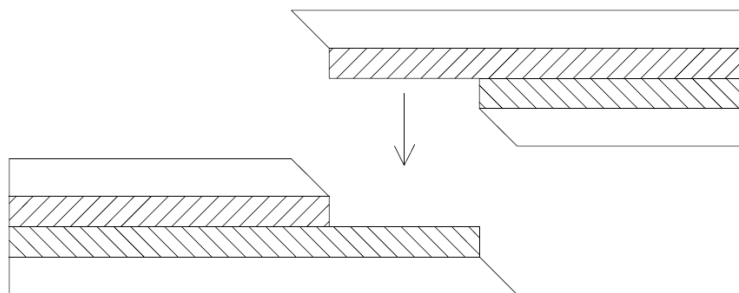
Není úplně pravdou, že by tato spojení byla veskrze rozebíratelná (např. pevné spojky které jsou uchyceny pomocí nýtů), avšak dají se relativně snadno rozebrat v porovnání se spojením pomocí vulkanizace, ať už za studena nebo za tepla.



Obr. 7. Spoj pomocí spon (mechanický) Alligator [9]

4.1 LEPENÍ PÁSU (ZA STUDENA)

Lepení pásu za studena předchází zdlouhavá příprava obou, volných konců pásu. Příprava spočívá v nařezání konce pásu po jednotlivých vrstvách (viz. obrázek 7.1.). Každá vrstva tkaniny (pokud se jedná o pás s textilní nosnou kostrou) se musí obnažit a připravit pro nanesení lepidla. Tím pádem se musí každá vrstva obrousit (kvůli zdrsnění jinak by spoj byl nevyhovující) a zbavit nečistot pomocí ocelového kartáče. Nesmí se však povrch vyhladit nebo dokonce spálit. Hlavně a především se spoj musí osušit kvůli přilnavosti lepidla, což je prvním velkým problémem tohoto spojení, protože v některých prostorách (hlubinné doly) je velká relativní vlhkost a není úplně možné spoj dokonale osušit. Jinak je postup přípravy takřka totožný s postupem přípravy u vulkanizace a má také podobné vlastnosti.



Obr. 7.1. Ukázka přípravy spoje před lepením

Lepidla jsou nejčastěji dvousložková, kontaktní, PUR lepidla (která vyžadují lepicí roztok + tužidlo). Lepení za výrazně nízkých teplot však také není možné, většina lepidel může pracovat při teplotách větších než 10°C (hodnota kterou nejčastěji výrobci lepidel uvádějí). Vzhledem k tomu, že tyto lepidla dráždí dýchací cesty u lidí, je nutné pracovat ve větraných prostorách nebo používat předepsaných ochranných pomůcek. Lepidlo se musí nejprve promíchat s tužidlem a následně nanést na povrch pomocí štětce s tvrdými štětinami pro zlepšení vetření lepidla do povrchu spoje. Pokud by se lepidlo nedostatečně vetřelo do povrchu hrozí, že se lepidlo z povrchu zcela vypaří a spoj nebude ani zdaleka dosahovat požadované pevnosti.

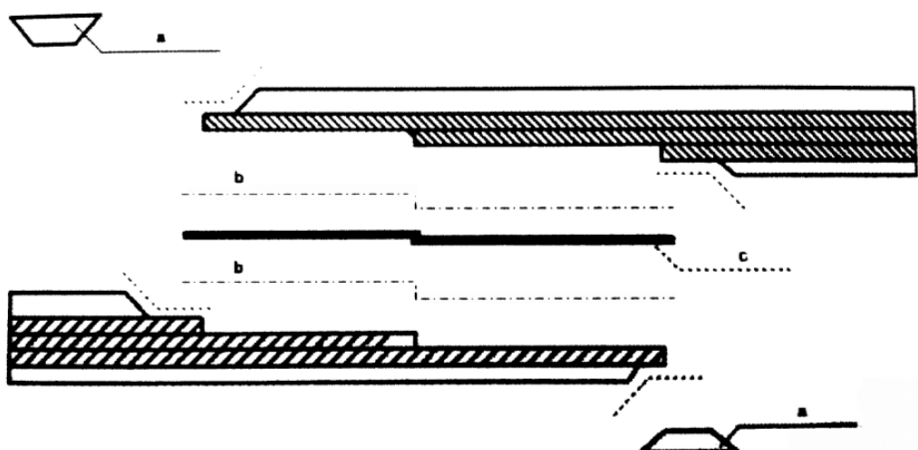
Postup nanesení lepidla již byl popsán tak si řekneme co dál. Po nanesení první vrstvy lepidla povrch osušíme, pak následuje druhá vrstva lepidla a znova vysušení avšak kratší než u prvního (poznáme to tak, že použijeme nehtovou zkoušku). Lepidlo samozřejmě nanášíme na oba konce pásu. Následně konce přiložíme k sobě a zaválečkujeme aby bylo ze spoje vytlačeno co nejvíce vzduchu (nejlépe všechen). Nakonec následuje dlouhé schnutí spoje (v rozmezí 6 až 9 hodin).

Výhody spoje: pevnost, celistvost, pružnost, odolnost spojení

Nevýhody: zdlouhavá příprava, obtížné provedení spoje ve vlhkých prostorách, lepidlo nelze nanášet v teplotách pod 10°C, příliš dlouhá doba vysychání a vytvrzování spoje někdy až 9 hodin

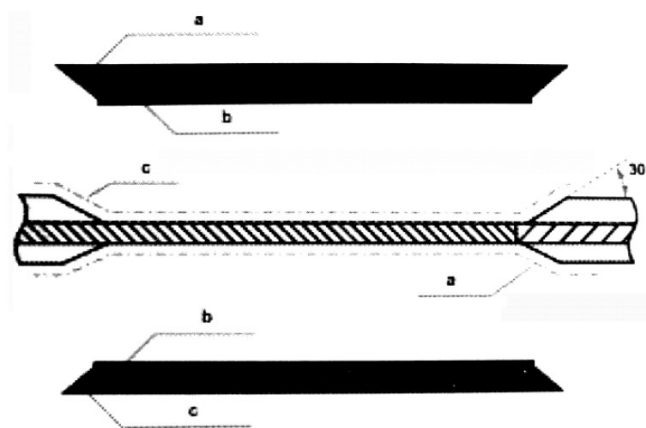
4.2 VULKANIZACE

Je to spojování dopravních pásů pomocí tepla, ale i tlaku vyvinutého pomocí vulkanizačního lisu. Před tím než vůbec můžeme přistoupit k samotné proceduře musíme, obdobně jako u lepení za studena, upravit konce spojovaného pásu. Jednou z mála odlišností je nutnost použití spojovací fólie, která se umísťuje mezi lepené plochy. Tato fólie by měla mít vlastnosti co nejbližší těm co má samotný pás. Vzhledem k tomu, že tato metoda se dnes nejčastěji používá v hlubinných dolech a mnou navrhovaný přípravek se zaměřuje pouze na případy užití v dolech, je nutné si tuto technologii popsat blíže. A právě proto sem rozdělil vulkanizaci na dvě provedení podle nosné kostry, která může být: textilní (viz. obrázek 8.) nebo ocelokordová (viz. obrázek 8.1.). Zvláštním případem je uspořádání při lepení kostry z trojrozměrně protkaných pásů zde se jedná o metodu prstovou.



a = vyplňovací pásek, b = lepicí roztok, c = spojovací fólie

Obr. 8. Schéma spojení gumotextilního pásu pomocí vulkanizace [10]



a = krycí vrstva, b = spojovací fólie, c = lepicí roztok

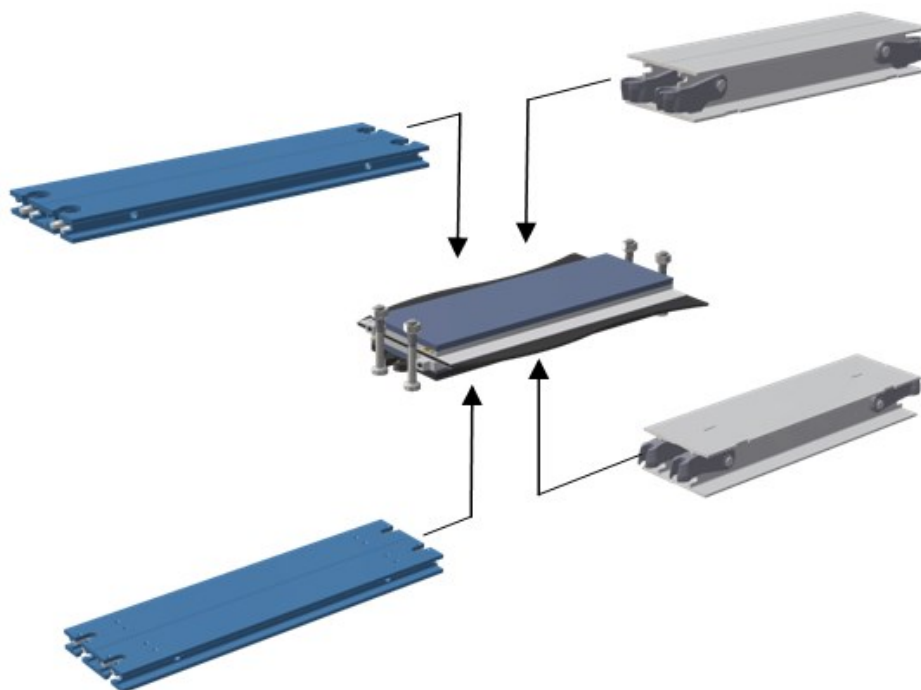
Obr. 8.1. Schéma spojení ocelokordového pásu pomocí vulkanizace [10]

4.2.1 VULKANIZACE GUMOTEXTILNÍHO PÁSU

Postup přípravy je následující. Nejprve musíme přesně seříznout oba volné konce pásu určené ke spojení. Řez musí být kolmý na boční hranu pásu. Následně začneme pomocí nože na řezání pásů prořezávat horní krycí vrstvu pásu (vzdálenost řezu od okraje závisí na tloušťce pásu a počtu vrstev nosné kostry plus se přičítá 30mm pro vyplňovací pás). Klademe velký důraz na to, abychom neprořízli první textilní vrstvu, jelikož bychom pás značně zeslabili. Nesmíme zapomenout, že proříznutí 30 mm od okraje pásu musíme udělat i z opačné strany jelikož bychom pak nemohli vložit vyplňovací pásek (viz. obrázek 8.). Následně pokračujeme s prořezáváním a strháváním vrstvu po vrstvě dokud nebude hotovo. Poté musíme jednotlivé vrstvy obrousit od zbylé gumy buď pomocí ocelového kartáče (znova dáváme pozor na přílišné vyhlazení nebo spálení povrchu).

Tímto máme přípravu za sebou a pokračujeme samotným lepením. Pokud máme dobře připravený povrch naneseeme roztok lepidla na seříznuté plochy a necháme, vyschnou, poté naneseeme druhou vrstvu a znova necháme, zaschnou, jen už ne úplně (poznáme to tak, že provedeme nehtovou zkoušku). Dále přiložíme spojovací fólii a konce pásů položíme přesně přes sebe (pokud jsme postupovali s nepřesností musíme udělat korekci rozměrů tak aby jednotlivé vrstvy přesně zapadaly do sebe). Následuje pro válečkování spoje, abychom

vytlačili veškerý zbylý vzduch ve spoji. Poté natřeme lepidlem vzniklý schod a vložíme do něj vyplňovací pásek a znovu zaválečkujeme.



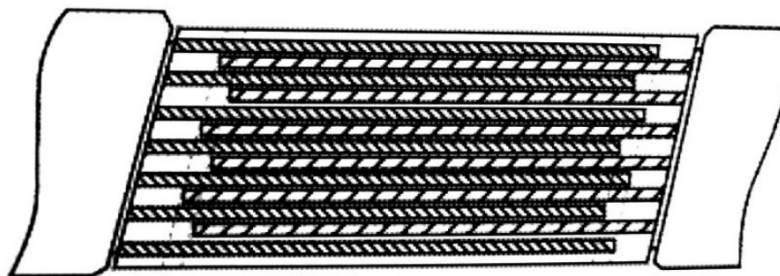
Obr. 8.1.1. Ukázka složení vulkanizačního lisu [11]

Předešlým postupem vzniklý spoj položíme na spodní díl vulkanizátoru (vulkanizátor je vždy o něco širší nežli samotný pás). Pro dosažení většího tlaku se v místě vyplňovacího pásku dá silikonový papír. Po obou bocích pásu se dá hliníková lišta pro zajištění bočního posunu. Nakonec se umístí vrchní díl vulkanizátoru a zajistí pomocí šroubů. Nastavíme požadovaný tlak (přibližně 1,5 MPa) a teplotu (až 150°C). Čas, po který se nechá přístroj běžet je přímo úměrný tloušťce pásu. Přibližně se časy pohybují od 30 až do 60 min. Pokud je to nutné tak se pás po vyjmutí z přístroje dodatečně dopraví například seříznutím okrajů nebo zbrúšením spoje.

4.2.2 VULKANIZACE PÁSU S KOSTROU Z OCELOVÝCH LANEK

Důvodem rozdělení vulkanizace na dvě části je to, že vzhledem k ocelovým kordům v pásu nelze použít stejný postup jako u nosné kostry z textilie. Úplný začátek přípravy je v podstatě stejný jako u předešlého případu. Tedy zarovnání obou konců pásu tak aby svíraly pravý úhel s boční hranou. Dále se však postupuje zcela jinak. Nejprve se odstraní boční krycí vrstva až ke kordům. Následně se odtrhnou spodní a vrchní krycí vrstvy, ale tentokrát už ne úplně ke kordům (měla by na kordech zůstat 1mm tlustá vrstva gumy). Vrchní krycí vrstvy se odstraňují ve vzdálenosti od okraje 1 až 4 metry v závislosti na uspořádání a počtu kordů. Následně se jednotlivé kordy od sebe oddělí a vydlabe se výplň mezi nimi.

Dalším postupem je proložení jednotlivých kordů z obou stran spoje (viz. obrázek 8.2.). Následuje položení vrstvy, která má za úkol zabránit přilepení pásu k vulkanizátoru (tzv. separační fólie), na ní se položí krycí vrstva, nanese se lepící roztok se spojovací fólií, poté se uloží samotný pás. To samé, jako na začátku postupu, se udělá i na vrchní straně spoje. Pak následuje separační fólie a vrchní část vulkanizátoru.



Obr. 8.2. Ukázka spoje pásu s ocelokordovou nosnou kastrou [10]

Konečný krok je stejný jako u postupu s gumotextilním pásem. Tedy vulkanizátor se sešroubuje a nastaví na potřebný tlak a teplotu, které jsou stejné jako u předešlého postupu. Délka trvání vulkanizace je takéž totožná.

Výhody spoje: Výhodou tohoto postupu je jeho velká pevnost, pružnost (vyšší i než u lepení za studena) a celistvost. Oproti lepení za studena také mnohem kratší časy vysychání. Zřejmě největší předností vulkanizace za tepla je ta, že pásy s ocelokordovou nosnou kastrou se

nedají slepit za studena (tedy vlivem chemických reakcí) a proto je jedinou možností právě tato procedura.

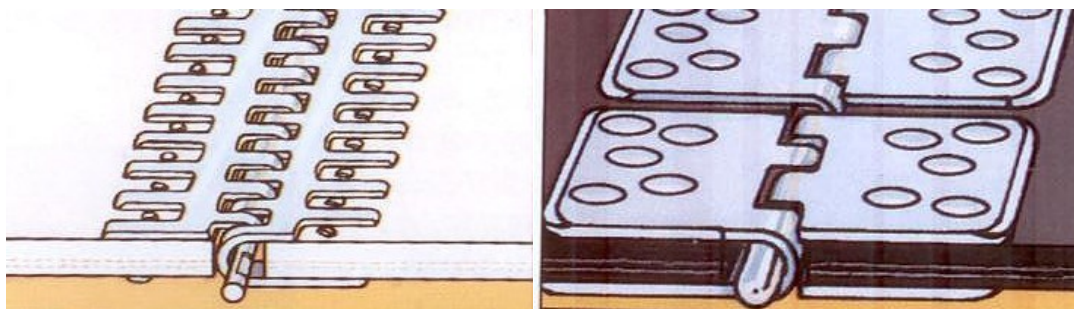
Nevýhody spoje: Nevýhodou je velká časová a technologická náročnost (nutnost mít vulkanizační lis) a vzhledem k tomu, že vulkanizace probíhá za vysokých teplot je potřeba zavést bezpečnostní opatření pro plynující doly.

4.3 MECHANICKÉ SPOJENÍ

Spoje, které jsou provedeny pomocí spojek, nýtů a jehel popřípadě drátů. Na každý jeden konec pásu se připevní (většinou pomocí nýtů a šroubů) spojka s okem. Přes vzniklé oka obou konců se provleče jehla nebo drát (většinou s nějakou výstelkou kvůli zamezení propadu materiálu přes spony), která se na obou koncích zahne tak aby při pohybu nevypadla (není nutné u všech druhů mechanických spojek).

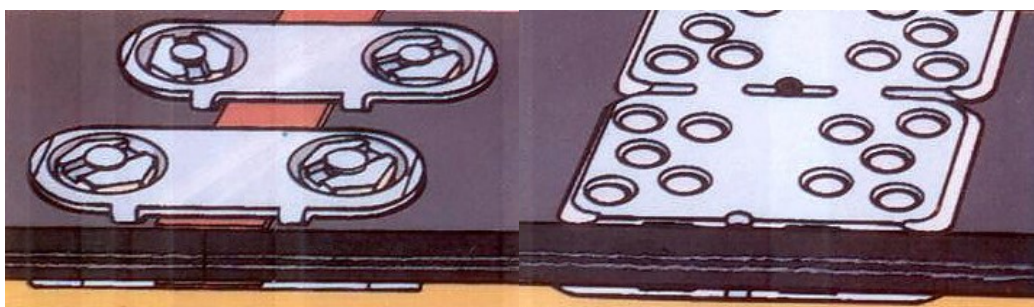
Rozlišujeme tato spojení:

- kloubové provedení: na konce pásu jsou dány spony, které jsou spojeny pomocí drátu, ten je zajištěn podložkami. Tyto háčkové spoje nemohou přenášet výrazně velké tahy (okolo 400 N/mm). Vyšší tahy lze přenášet po úpravě například počtu spon apod. Vzhledem k tomu, že se spony otáčejí kolem drátu (jehly) je třeba drát potáhnout nylonem pro zmenšení tření a tím pádem také opotřebení. Výhodou tohoto provedení je rychlé spojení, rozpojení a snadná oprava v případě poruchy spoje.



Obr. 9. Kloubové spojení (háčkové, destičkové) [12]

- pevné spojky (bez jehly): největším rozdílem oproti kloubovému spoji je absence kloubu v podobě jehly. Provedení je pomocí dvou destiček, které se spojí buďto pomocí šroubu nebo nýtu který prochází přes díry na obou koncích pásu. Únosnost pásu je výrazně vyšší až 1600 N/mm. Právě proto lze tyto spojení umísťovat do dolů a na jiná místa s vysokými požadavky na únosnost. Také toto spojení má vysokou životnost jelikož nemá žádné pohyblivé části, ale je nutné mít větší průměry bubnů jelikož se tento druh spoje není schopen dokonale ohnout.



Obr. 9.1. Pevné spojení (šroubované, nýťované) [12]

Existují dva principy mechanického spojení. V první řadě je to pomocí šroubů a nýtů kdy je pevnost spoje zajištěna pomocí svěrného účinku šroubového (nýtového) spojení. Vlastně jsou dvě části spony jedna vrchní a druhá spodní (obě mají ze strany která doléhá na pás vroubky pro lepší uchycení pásu) které se pomocí nýtů spojí. Což nám zaručuje, že pevnost spoje tak úplně nezávisí na pevnosti spojovacích sponek. Dále také toto spojení zaručuje rovnoměrné rozprostření tahové síly na jednotlivé části (spony). Druhým typem jsou svorkové spony ty se k pásu přichycují tak, že se do něj (pásu) zarazí. Je jasné, že mechanický spoj nikdy nebude dosahovat takové pevnosti jako lepené, avšak i přes toto je nutné aby spoj měl nadpoloviční pevnost pásu.

Postup provedení spoje:

Znova je nutné rozdělit provedení na dva celky. V prvním případě kdy se ke spojení spony k pásu provádí zaražením. Zaražení se provádí buď ručně za pomoci přípravků jako jsou třeba kleště a svěráky. Toto provedení není nejvhodnější, jelikož nemůžeme zaručit, že síla vyvinutá na spony bude ve všech místech stejná a proto existují hydraulické lisy. Ty nejen, že vyvozují přítlačnou sílu ve všech místech stejnou, ale dokážou také zahřát pás

(použití pouze u gumových a PVC pásů). Zahřátí způsobuje lepší a hladší zaražení spony do konce pásu. Ukázka používaného nářadí je na obrázku číslo 9.2.



Obr. 9.2. Nářadí pro zaražení spon do pásu

Druhou variantou je spoj pomocí nýtů. Nýty se můžou nýtovat jeden po druhém za pomoci kladívka nebo můžeme využít vhodných přípravků a nýtovat vícero nýtů najednou. Nýtování takzvaně po jednom je možné využít pouze u spon, které mají jeden velký nýt (jako na obrázku č. 7.). Ale pokud máme sponu s vícero nýty najednou (obr. č. 9.1.) je pro urychlení procedury vhodné využívat přípravků na nýtování jako je ukázáno na obrázku č. 9.3



Obr. 9.3. Nýtování pomocí přípravku

Výhody spoje: výhody, ale i nevýhody se vztahují k rozdílům mezi vulkanizací a mechanickým spojením.

- snadné a rychlé provedení spoje
- nenáročná příprava pásu
- odpadá nutnost čistit pás
- obsluha nemusí být zvlášť zaškolována
- výrazně levnější
- rychlá a snadná oprava po přetržení

Nevýhody spoje:

- špinění druhé strany pásu, což může vést až k prokluzům, toto lze zmírnit použitím vycpávek, které se dávají mezi spoj
- nízká pevnost spojení
- v některých případech může docházet k obrušování bubnů dopravníku
- pevné (neohebné) spony nemohou být použity pro malé průměry bubnů
- nutnost chránit příčný řez pásu proti vlhkosti a plísním (vyskytují se u pásů s textilní kostrou), které by mohly rozrušovat nosnou kostru
- spony dobře vedou teplo, proto v teplém prostředí zvyšují teplotu konce pásu a poškozují ho

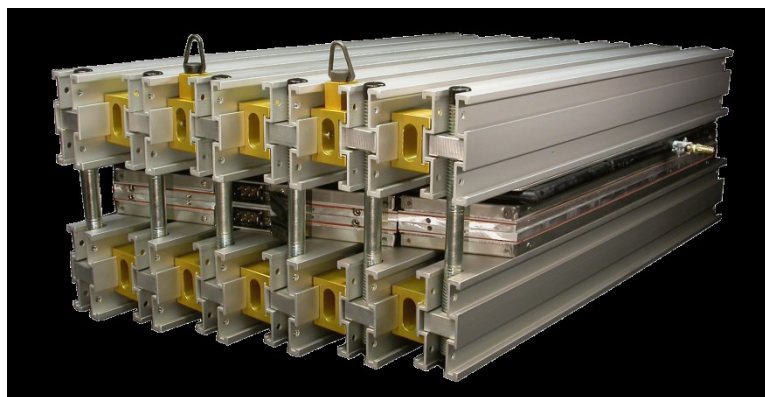


Obr. 9.4. Ruční nýtování každého nýtu zvlášť

5 VULKANIZAČNÍ LIS

Vzhledem k tomu, že vulkanizací za tepla se dosahuje nejlepších výsledků při spojování dopravníkových pásů. Jsem se rozhodl zde uvést základní informace o stroji, který tento spoj uskutečňuje.

Vulkanizační lisy jsou zařízení pro spojování dopravních pásů za působení tepla a tlaku. Technický postup vulkanizace ve vulkanizačním presu je následující. Nejprve se umístí pás na spodní desku lisu, na kterou ještě předtím přijde topná deska. Poté se přiloží vrchní část a pomocí šroubů zajistí. Následně se zahřeje na požadovanou teplotu (tu lze dohledat v dokumentaci od výrobce pásu) a vyvine se také požadovaný tlak. Pak se vše nechá určitou dobu působit. Nakonec přijde ochlazení. To může být buď nucené s využitím chladicí kapaliny, přívodu proudu vzduchu nebo pomocí chladících kanálků. Nebo může být chlazení nenucené, tedy pres se nechá vychladit bez použití jakékoli chladicí techniky. Většinou je uváděna hodnota, při které je možno lis demontovat okolo 60 °C.



Obr. 9.5. Sekční vulkanizační přes (lis)

Vulkanizační lis na obrázku č. 9.5. se smí používat také při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, v prostorách s nebezpečím výbuchu metanu zařazených podle § 232 a výbuchu uhelného prachu zařazených podle § 233 vyhlášky č. 22/1989 Sb., jakož i v dolech ohrožených důlními otřesy a průtržemi hornin a plynů, a také

v prostorách s nebezpečnými atmosférickými podmínkami 2 a 1 podle ČSN EN 50 014: 1998+A1+A2 a ČSN EN 50 018:2001.

Lisy se mohou konstrukčně lišit. Nejvýraznější odlišností konstrukce je systém na vyvození potřebného tlaku. Systém může využívat, pro vyvození požadovaného tlaku, buď tlakový vak, nebo rozšířenější variantu hydraulické válce.

Jelikož je systém hyd. válců používanější proto si uvedeme popis právě tohoto provedení.

Provedení s hydraulickými válci:

Jak je patrné z obrázku č. 10. je spojení mezi horní a spodní deskou lisu provedeno pomocí hydraulických pístů, ty vyvozují požadovanou tlakovou sílu na spoj. Píst je ve spodní liště (desce) uložen a zajištěn pomocí čepů tak aby válec šel otáčet nahoru a dolů. V místě vrchní desky lisu je píst uchycen pomocí závitového konce a matice. Provedení lisů se samozřejmě bude lišit výrobce od výrobce což znamená že i připojovací rozměry nebudou totožné. Já ve svém návrhu počítám s tím, že buď se budou rozteče shodovat s mými přídatnými lištami a nebo se lišty demontují a lis bude díky své váze držet na místě.



Obr. 10. Vulkanizační lis bez sekci (malý) s ovladačem [11]

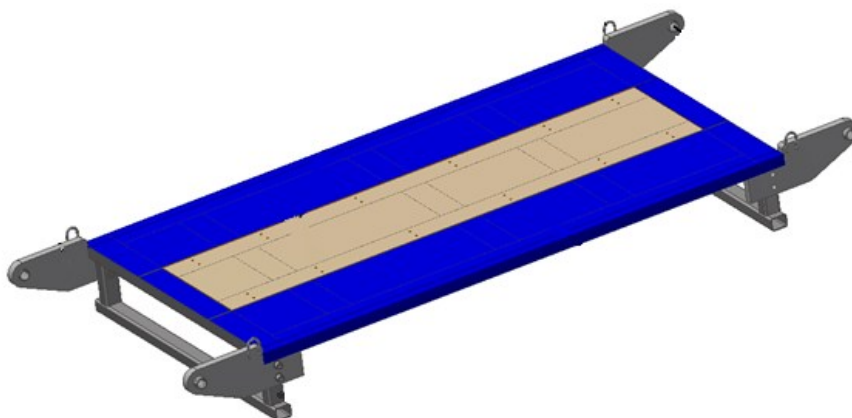
Postup práce s lisem:

- a) nejprve se lis složí na místě určení a vloží do něj pás

- b) následně se přivede do válců hydraulická kapalina a natlakují se, což vede k vyvinutí potřebné tlakové síly na spoj
- c) pomocí vzdáleného ovladače (lze ho vidět na obrázku č. 10.) se zapne vytápění a nastaví se požadovaná teplota
- d) v průběhu vulkanizace je nutné neustále hlídat tlak (na manometru, který je součástí lisu, na obr. 10. ho lze vidět na spodní desce) a teplotu. Tlak ani teplota by neměla kolísat (musí být konstantní)
- e) předposlední operací je ochlazení zařízení, v našem případě se ochlazení realizuje pasivně za pomoci okolí (desky lisu jsou tvořeny vodivým materiálem a tudíž dobře odvádějí teplo)
- f) úplně poslední operací je snížení tlaku v pístech a demontáž zařízení

6 PRACOVNÍ STŮL

Jinými slovy mobilní pracoviště pro spojování dopravních pásů. Účelem tohoto zařízení je usnadnit a v některých případech dokonce umožnit spojení pásů dopravníků. Vlastně vytvoří rovinou plochu, na které se pás připraví a zároveň spojí. Stůl neslouží pouze pro spojení nového pásu, ale i pro opravu poškozeného nebo přetrženého pásu. Jelikož jsou pásy jednou z nejdražších součástí dopravníků, nebylo by ekonomické je po přetržení okamžitě vyměnit za nový, právě proto se použije oprava v podobě znovuspojení, což je jeden z účelů konstrukce pracovního stolu.



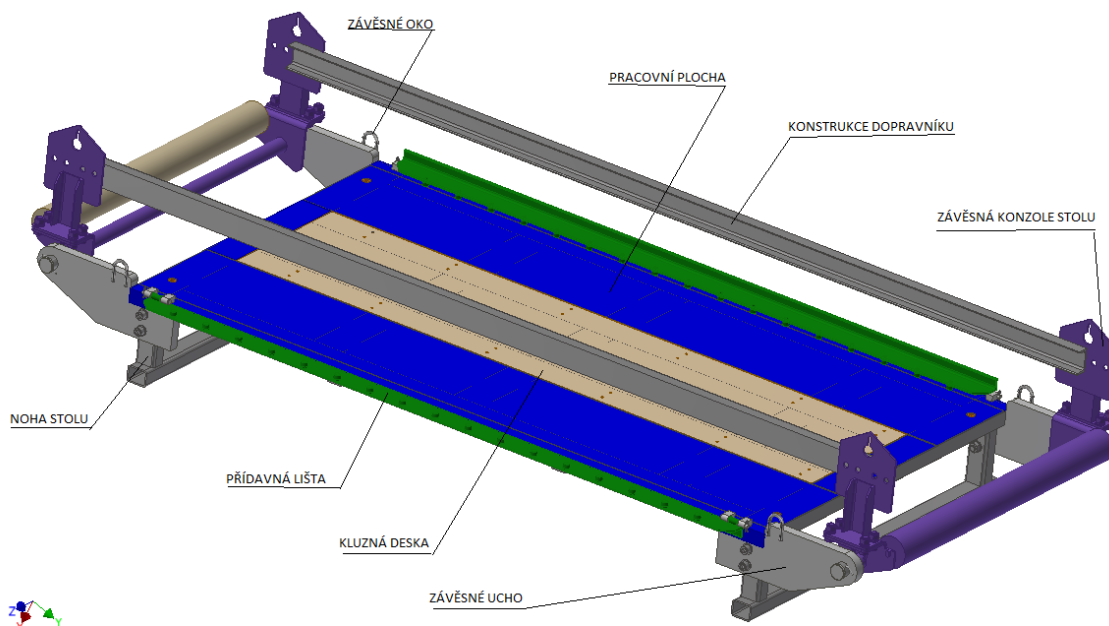
Obr. 11. Základní pohled na stůl

Pracovní stůl svým provedením je určen k provádění servisních, údržbových a stavebních pracích na pásích, v místě vyčleněném při výstavbě dopravníkového pásu pro provádění těchto prací v souladu s předpisy. Konstrukce zajišťuje dostatečnou tuhost, pružnost, schopnost navést pásový potah do směru pásu, zajistit v místě pracovní operace pás popř. konce pásu proti samovolnému posunutí s možností bezpečného uložení přípravků a nářadí pro mechanické spojování pásu nebo lepičky pásu (ať za studen nebo vulkanizační) vůči okolí.

6.1 HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ CELKY STOLU

Pracovní stůl je zkonstruován tak aby ve stísněných prostorách nezabíral příliš mnoho prostoru. Proto jsem zvolil takovou konstrukci, která umožní uskladnit přípravek, v době nečinnosti, pod samotný dopravník. Kvůli tomuto řešení má stůl vícero konstrukčních celků, které je nutno napřed důkladně označit a popsat jejich funkci.

Jak je vidět na obrázku č. 11.1. zařízení lze rozdělit na dva hlavní celky a to na samotný pracovní prostor který tvoří konstrukce stolu a na závěsné zařízení s funkcí uskladnění stolu pod dopravník. Nosníky (U100) které jsou umístěny nad stolem slouží pouze pro znázornění uchycení, nejsou součástí konstrukce stolu. Nosníky jsou konstrukcí dopravníku.

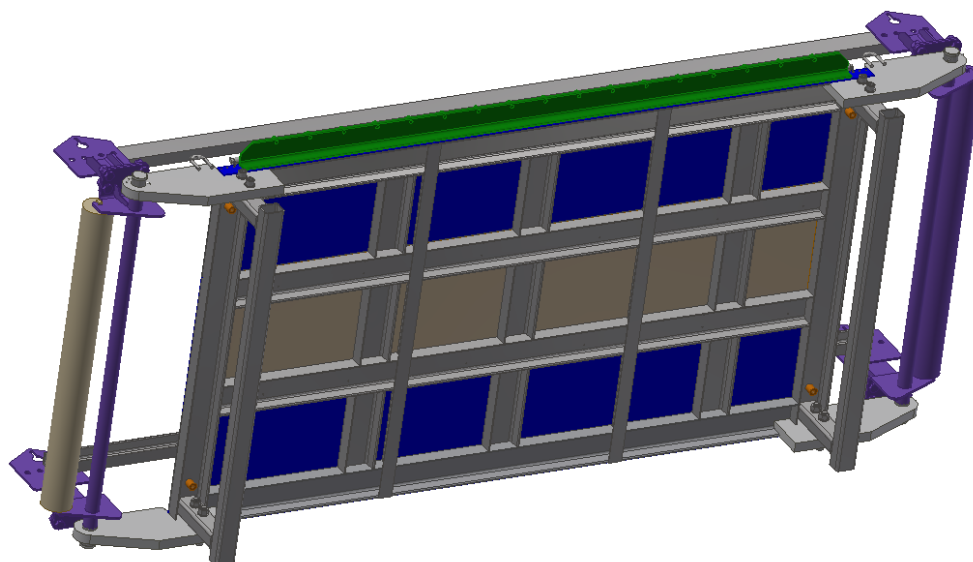


Obr. 11.1. Pracovní stůl (základní popis)

Zde jen uvedu krátký popis výše zobrazeného zařízení, detailní popis jednotlivých komponent uvádím níže. Modře zbarvená je pracovní plocha stolu, na těchto místech se provádí potřebné úkony spojené s přípravou a samotným spojením pásu. Další část má zbarvení ocelošedé, tato část je hlavní nosnou konstrukcí celého stolu. Běžová barva patří kluzné desce, která snižuje tření mezi dopravním pásem a deskou stolu. Dále tu máme zelené zbarvení, to označuje přídatnou lištu pro vymezení prostoru vulkanizačního lisu. Nakonec zde máme fialově zbarvenou závěsnou konzoli stolu. Ta nám slouží pro uchycení celého stolu pod dopravník.

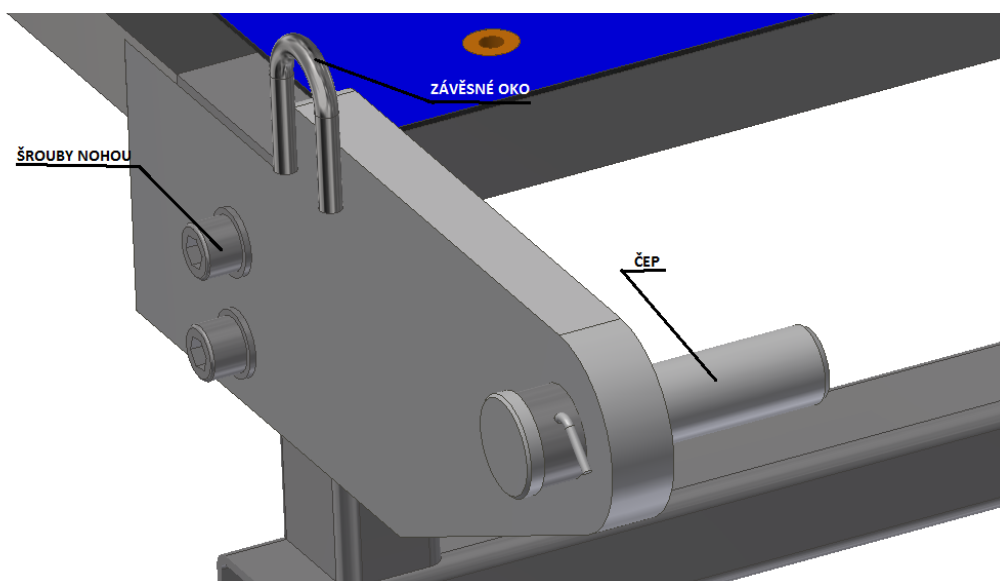
Nosná konstrukce (kostra) stolu:

Dodává celému zařízení potřebnou stabilitu a tuhost. Zároveň umožňuje ustavení stolu na zem. Celá konstrukce je tvořena nosnými, normalizovanými prvky (hlavním prvkem je profil U o velikost U140 ČSN 42 5570-140). Jediným nenormalizovaným prvkem je závěsné ucho (myšleno všechny dohromady, celkově jsou čtyři), to slouží pro uložení hlavního čepu (obr. 11.3.) stolu.



Obr. 11.2. Pohled na kostru stolu tvořenou U profily UE 140

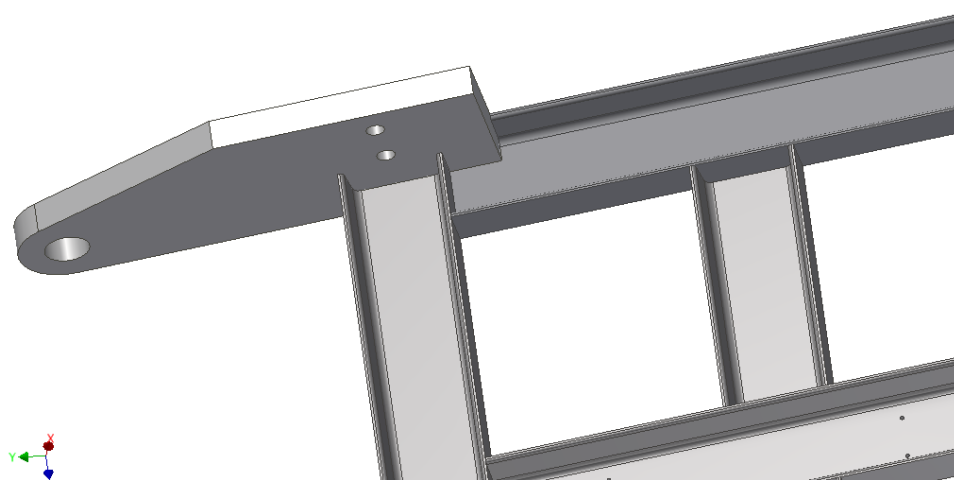
Hlavní čep stolu je hlavním nosným prvkem celého závěsného systému. Na něm je zavěšená celá váha stolu, když je v poloze pro uskladnění tedy zavěšený pod dopravním pásem. Právě z výše vypsanych důvodů musí být konstrukce závěsného ucha dostatečně pevná a tuhá, což pomáhá dosáhnout značná tloušťka (ta činí 42 mm) a minimum zeslabujících děr, vybrání a ostrých přechodů. Na závěsném uchu je také navařeno závěsné oko.



Obr. 11.3. Detailní pohled na závěsné ucho

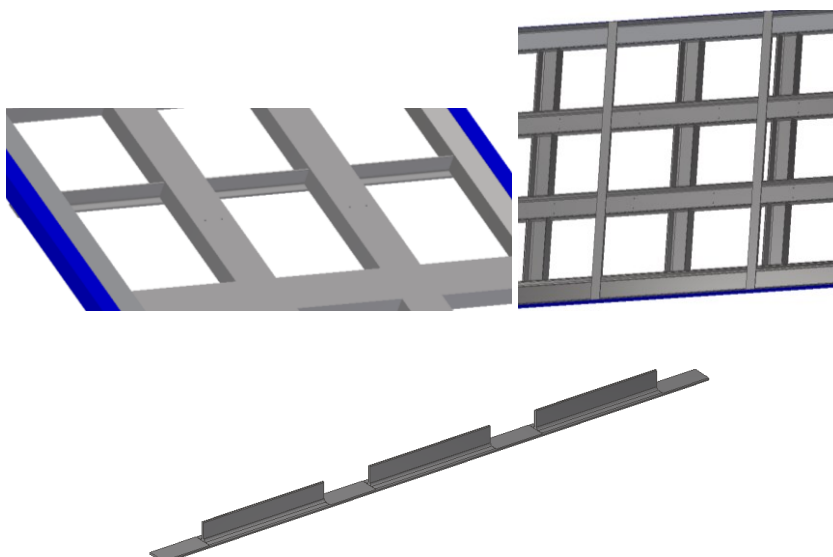
Závěsné oko je přivařeno pomocí čtyřech koutových svarů k závěsnému uchu. Slouží pro spouštění stolu do pracovní pozice. Spouštění je prováděno pomocí lanového navijáku. Naviják je uložen na rámu dopravníku pomocí lana s hákem se zapřáhne právě za toto oko a stůl se může pohybovat nahoru a dolů. Vzhledem k tomu, že oko nese značnou zátěž, je vyrobeno ohnutím tyče kruhového průřezu a je z materiálu s vysokou pevností.

Jak jsem již zmínil výše, hlavní kostra je tvořena UE profily které nesou hlavní zátěž. Nosníky jsou mezi sebou spojeny pomocí koutových svarů po bocích, navíc pro zajištění větší pevnosti je i vnitřní profilová část nosníku svařena.



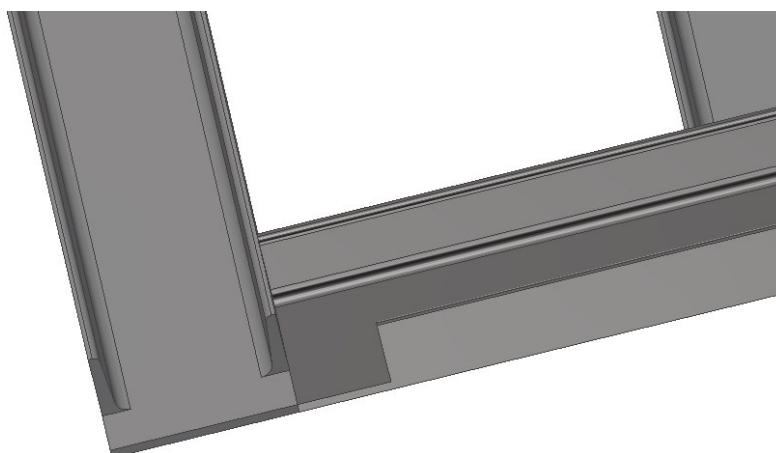
Obr. 12 Umístění ucha závěsu

Pro zvětšení tuhosti a únosnosti konstrukce jsou navíc přidány dva profily tvaru T o velikosti 60 mm. Ty jsou rovnoměrně uloženy na spodek konstrukce (což ukazuje obrázek č. 12.1.). Profily nejsou určeny pouze pro zpevnění mají také funkci připojovací v místě kde je profil srovnán je provedeno vrtání. Do takto připravených děr se dá vložit šroub pro uchycení závěsných boxů na nářadí a náhradní díly. Připojení profilu ke zbytku kostry je znovu provedeno pomocí svarů.



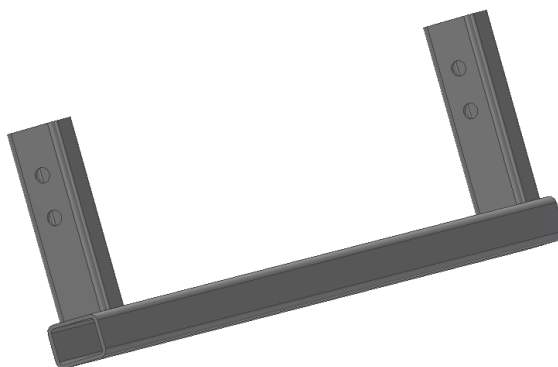
Obr. 12.1. Tři pohledy na výztuhu tvořenou profilem T

Samotné závěsné ucho celého stolu je ke kostře (Obr. 12) připevněno pomocí koutových svarů. Aby šla konstrukce správně zavařit provedl jsem zářezy do nosníků (Obr. 13). Tyto zářezy zároveň způsobují, že jsou nosníky podepřeny a dále to také umožní vytvořit rovnou dosedací plochu, která se vytvoří na opačné straně nosné konstrukce. Vzniklou rovinu jsem využil k tomu, aby na ní byla umístěna krycí vrstva.



Obr. 13. Upravený konec nosníků

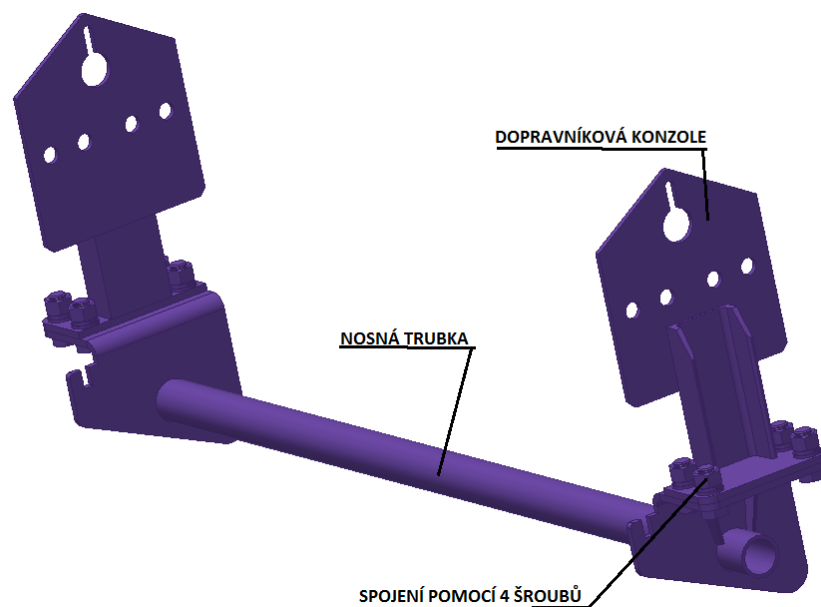
Další hlavní částí nosné kostry jsou stojny. Nohy stolu jsou vyrobeny z normalizovaných profilů. Profily jsou to trubky obdélníkového průřezu. V podstatě tvoří každou nohu tři části (viz. obr. 13.1.), dva kratší profily umístěné svisle a jeden dlouhý umístěn vodorovně. Mezi sebou jsou profily připevněny pomocí obvodových svarů. Celá noha je následně ke stolu připevněna pomocí dvou šroubů M24 x 150 na každé straně (přišroubovány k nosnému uchu) což je patrné z obrázku číslo 11.3.



Obr. 13.1. Nosné nohy pracovního stolu

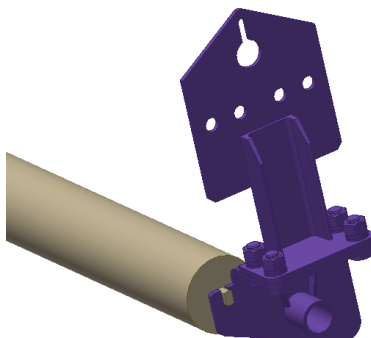
Závěsná konzole stolu

Závěsná konzole stolu je připevněna na rám dopravníku (obvykle je rám tvořen nosníkem U100). Připevnění je realizováno pomocí čtyř šroubů, které připevní dopravníkovou konzoli k nosníku. Dopravníková konzole a šrouby jsou stejné jako upevnění rámu dopravníku, což znamená, že pokud stůl zavěšujeme pod dopravník nevybíráme žádné zvláštní místo, ale pouze nahradíme dvě podpěrné konstrukce dopravníku za námi vytvořenou závěsnou konzoli. Hlavní částí celé konzole je zobrazeno na obrázku č. 14.



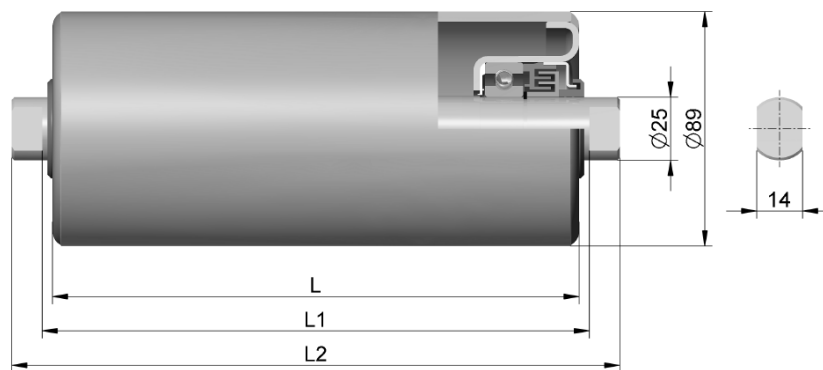
Obr. 14. Popis nosné konzole

Vzhledem k tomu, že nosná konzole se z dopravníku nesundává a zároveň nahrazuje dvě válečkové stolice je nutné na ní připevnit válečky. Jak vidíme na obrázku č. 14 jsou na bocích konstrukce dva výběžky, které tvoří uložení válečku spodní větve dopravníku.



Obr. 14.1. Ukázka uložení válečku

Já jsem si vybral pro svůj koncepční návrh dopravník s vratnou větví tvořenou stolicí, která obsahuje jeden dlouhý váleček. Avšak je také možné, že se budou vyskytovat dopravníky s dvouválečkovým uspořádáním v tom případě je nutné konstrukci závěsné konzole mírně poupravit.



Obr. 15. Váleček Transroll [13]

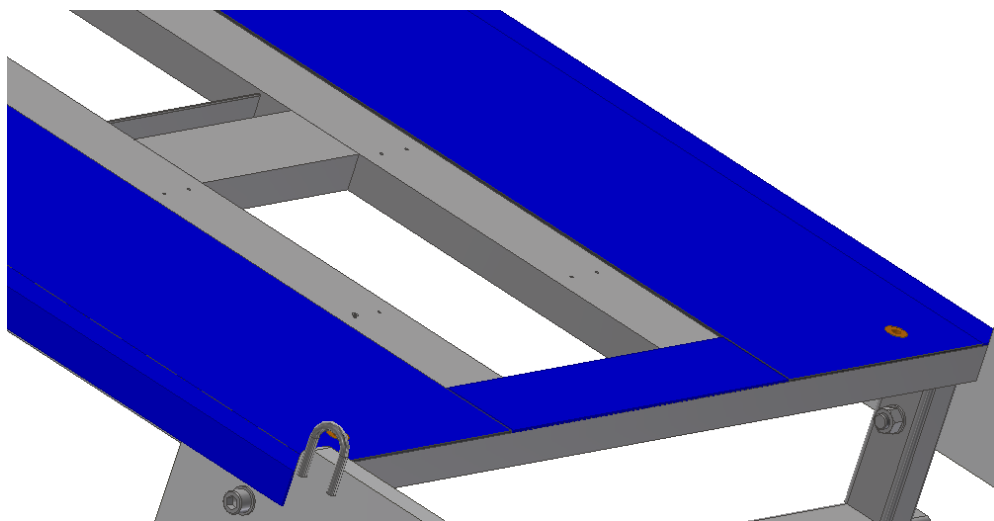
Váleček jsem vybral ze sortimentu firmy Transroll, odkud jsem taktéž získal rozměry pro zhotovení 3D modelu. 3D model je však pouze “maketa“, která slouží jen pro názornost.

Vzhledem k tomu, že jsou válečky normalizované lze použít tyto válečky:

- VÁLEČEK HLADKÝ $\varnothing 159 \times L$ / 6306
- VÁLEČEK HLADKÝ $\varnothing 133 \times L$ / 6305
- VÁLEČEK HLADKÝ $\varnothing 133 \times L$ / 6204
- VÁLEČEK HLADKÝ $\varnothing 108 \times L$ / 6305
- VÁLEČEK HLADKÝ $\varnothing 108 \times L$ / 6204
- VÁLEČEK HLADKÝ $\varnothing 89 \times L$ / 6305
- VÁLEČEK HLADKÝ $\varnothing 89 \times L$ / 6205

Pracovní plocha s kluznou deskou:

Pracovní plochu tvoří plech o tloušťce 4 mm který je pomocí švových svarů připevněn ke kostře. Plech je umístěn na nosnících což zaručuje, že nenese téměř žádnou zátěž. Vzhledem k umístění pracovního stolu do hlubinných dolů je nutné opatřit rezavějící části stolu ochranným lakem. Což je i případ těchto plechů. Na obrázku č. 16 je dobře vidět umístění a rozmístění plechů. Po stranách konstrukce je umístěn plech ohnutý do tvaru L. Ten nám zarovnává okraj s pracovní plochou stolu a zároveň kryje hranu nosníku.



Obr. 16. Rozmístění plechů

Na obrázku č. 16. je také patrná mezera mezi malým kouskem plechu a nejdelší částí z plechu. Tu je nutné vyplnit pomocí svaru a následně vybrousit do hladka.

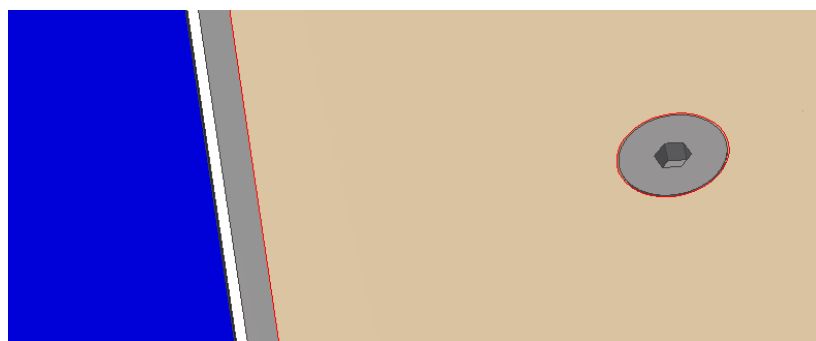
V celku důležitou částí pracovní plochy je kluzná deska. Její funkcí je minimalizovat tření mezi pásem a pracovním stolem pokud je upevněn pod dopravníkem a dopravník je v chodu. Kluzná deska je umístěna doprostřed stolu kvůli snížení tření mezi pásem a pracovní plochou stolu. Ukotvení desky je pomocí zápusťných šroubů a matic k nosníkům. Jako jediná součást tohoto zařízení je vyrobena z plastické hmoty, která má dobré kluzné vlastnosti. Konkrétně sem zvolil materiál PE-UHMW 1000.



Obr. 16.1. Reálná ukázka materiálu PE-UHMW 1000 [14]

Základní vlastnosti tohoto materiálu: ultravysokomolekulární polyethylen (PE-UHMW 1000) je vysoce odolný konstrukční plast vůči opotřebení a abrazi v porovnání s kovy a jinými materiály a to díky maximální molekulové hmotnosti. Materiál je velmi kluzný a má mimořádnou tvarovou stálost i při velmi nízkých teplotách (až $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$). Další velkou výhodou materiálů PE-UHMW 1000 je velmi nízká absorpce vlhkosti, velmi dobré elektrické izolační vlastnosti a především zdravotní nezávadnost, proto je také vhodný pro použití v potravinářském průmyslu. Vysoká rázová pevnost a pevnost v ohybu, vynikající otěruvzdornost, odolnosti proti nízkým teplotám, zdravotní nezávadnost, nízká absorpce.

Použití: kuličková a kluzná ložiska, nárazové ochranné lišty, vedení křivek, šnekové dopravníky a transportéry, ozubená kola, vedení řetězů.



Obr. 16.2. Uložení kluzné desky

Na obrázku č. 16.2 je patrná mezera mezi kluznou deskou a plechem. Tato mezera neslouží pro svaření plechu k nosníku, ale je zde kvůli odvádění vody, která se může vyskytnout na pracovním stole. Vlhkost ovzduší v šachtě je na tolik vysoká, že kondenzát se vyskytuje v opravdu velké míře proto ty odvodňovací kanálky.

7 VOLBA NAVIJÁKU A JEHO UCHYCENÍ

Pro správnou volbu navijáku je nutné znát hmotnost břemene, které zvedá. Proto jsem napřed provedl modelaci celého stolu v programu Autodesk Inventor 2015 a zadal

požadované materiály k jednotlivým prvkům. Tento počítačový program umožňuje výpočet hmotnosti celé konstrukce.

Naměřená hmotnost dle programu Inventor:

$$m_s = 1062 \text{ kg}$$

Jelikož používám čtyři lanové navijáky rovnoměrně rozmístěné musím sílu upravit. Vzhledem k rovnoměrnosti stačí jednoduše vydělit hmotnost čtyřmi a získám hmotnost kterou musí zvedat jeden naviják.

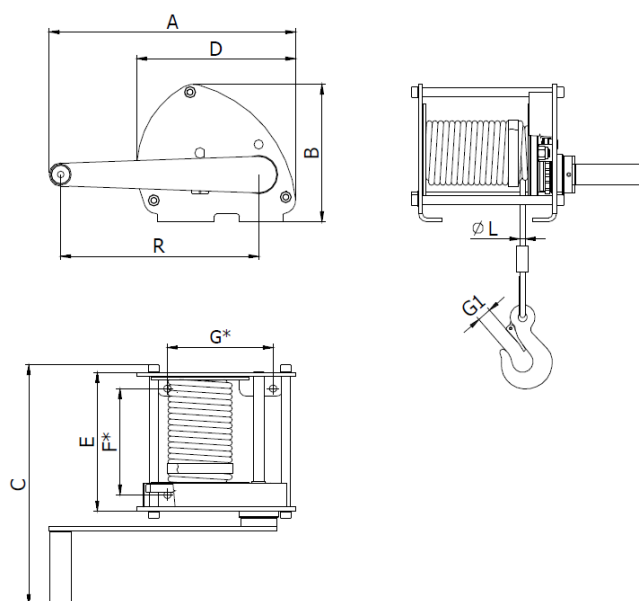
$$m_{s1} = 266 \text{ kg}$$

S ohledem na zvedání břemene v hlubinných dolech volím zvedák firmy Brano LN/1t. Důvod zvolení navijáku který unese břemeno o hmotnosti jedné tuny je takový, že výsledná hmotnost stolu se může zvýšit přidáním podvěsných ukládacích prostor.

Typ	Nosnost (t)	Lano (mm)	Zdvih (m)	Převodový poměr	Rozsah provozní teploty	Ovládací síla na klíče max. (N)	Hmotnost navijáku s lanem (kg)
LN / 0,5t	0,5	Ø5	10	1:8	-20°C až +50°C	250	8,5
LN / 1t	1	Ø8		1:6		250	15,5

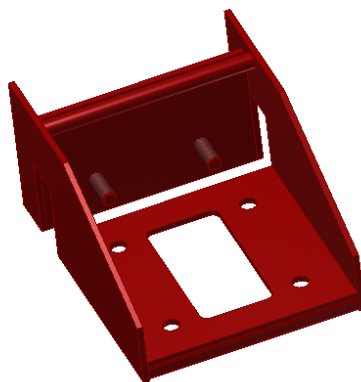
Typ	Hlavní rozměry (mm)									
	A	B	C	D	E	F*	G*	G1	L	R
LN/0,5t	264	167	344	193	186	144	115	19	5	200
LN/ 1t	373	207	460	240	209	160	160	19	8	300

*) rozteče otvorů pro ukotvení lanového navijáku



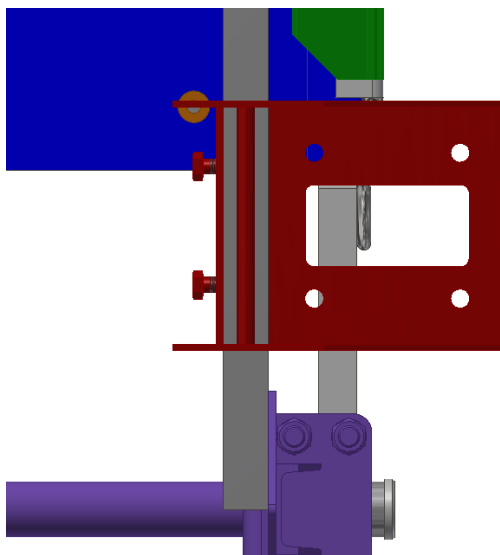
Obr. 17. Hlavní parametry lanového navijáku⁴

Naviják svojí konstrukcí vyhovuje požadavkům, stanoveným pro skupinu zařízení I (důlní) kategorie M2 dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/9/ES ve znění českého technického předpisu - nařízení vlády č. 23/2003 Sb. v platném znění i požadavkům harmonizované české technické normy ČSN EN 13463-1 a splňuje podmínky pro použití v prostředí „nebezpečné atmosférické podmínky 2“ dle ČSN EN 1127-2 s omezením dle národního předpisu – vyhlášky ČBÚ č.22/89 Sb. § 232 odst.(1) c) do 1,5% koncentrace metanu.



Obr. 17.1. Konzole navijáku

Konzole slouží k uchycení lanového navijáku (BRANO LN/1t) na nosnou konstrukci pásového dopravníku. Naviják je uchycen pomocí čtyř šroubů M19. Celá konzole je volně položena na U profil který tvoří nosnou kostru dopravníku. Vzhledem k tomu, že síly které by konzoli posouvaly ve vodorovném směru po profilu jsou nulové není nutné ji proto nikterak proti tomuto posunutí zajistit. Dva šrouby na zadní straně konzole slouží pouze pro vymezení správné polohy navijáku vůči závěsnému oku. Polohu konzole na rámu dopravníku zobrazuje obrázek číslo 17.2.



Obr. 17.2. Poloha konzole navijáku

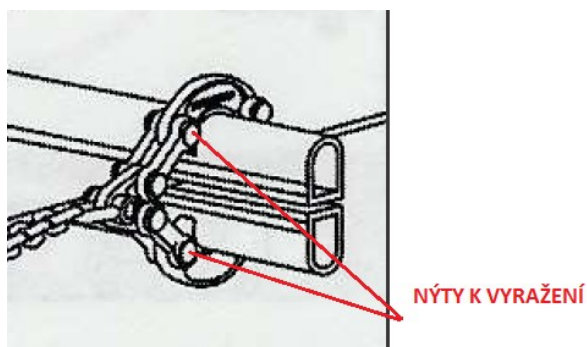
8 PÁSOVÁ SVĚRKA

Pásová svěrka slouží k natažení pásu pro umožnění provedení jeho spojení. Jelikož je toto zařízení velmi důkladně testováno z hlediska bezpečnosti. Zvolil jsem pásovou svěrku od firmy Pásová svěrka slouží k natažení pásu pro umožnění provedení jeho spojení. Jelikož je toto zařízení velmi důkladně testováno z hlediska bezpečnosti. Zvolil jsem pásovou svěrku od firmy Flexco. Firemní název je pásový zavírač. Vzhledem k tomu, že konstrukce mého stolu je určena pro pásy o jmenovité šířce 1200 mm volím pásovou svěrku FLEXCO LSHD48/1200. Vzhledem k tomu, že lišty pásových svěrek se vyrábějí ze slitiny hliníku která je u nás pro použití v dolech nepřípustná musíme specifikovat, aby konstrukce těchto lišt byla vyrobena z oceli.



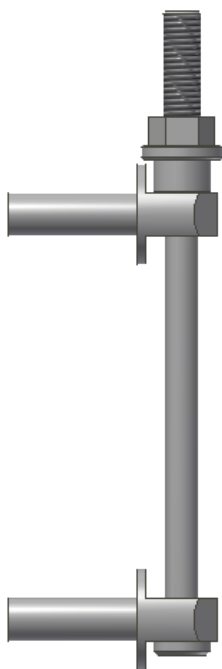
Obr. 18. Pásový zavírač firmy Flexco

Další nutnou úpravou je úprava dvou svěrek, které nevyhovují z bezpečnostního hlediska. Proto jsem provedl jejich úpravu. A to takovou, že jsem vyrazil dva původní čepy (viz. obrázek č. 18.1.) a nahradil je vlastními.



Obr. 18.1. Znázornění odstraněných čepů

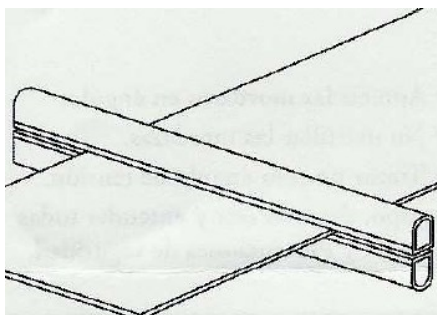
Čepy které jsem zkonstruoval mají objímku pro vložení aretační tyče. Ta se protáhne oběma kuželovými otvory čepů a na závitovém konci utáhne pomocí matice. Čepy se vkládají na místo původních, konce čepů se vhodně zatemují (čep musí být volně otočný). Na obrázku číslo 18.2. je vidět provedení konstrukce aretační tyče s čepy.



Obr. 18.2. Aretační tyč a čepy

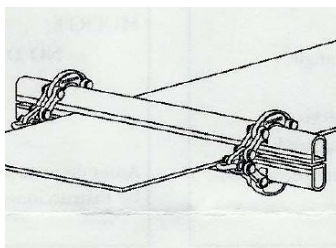
8.1 POSTUP INSTALACE PÁSOVÉ SVĚRKY

- 1) prvním krokem je umístění dvou polovin lišty na pás a to tak aby zdrsňená část lišty přišla na pás a zároveň musíme vložit vymešovací kolíky mezi lišty



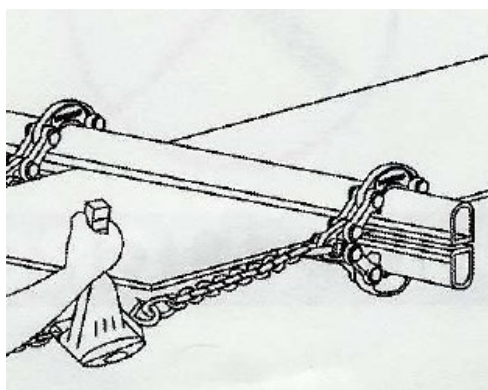
Obr. 19. Postup č. 1.

- 2) musíme nasadit obě svorky do polohy která je nejbližší pásu (zároveň nesmí narušovat pás) a stáhnout svorky pomocí matice a aretační tyče



Obr. 19.1. Postup č. 2.

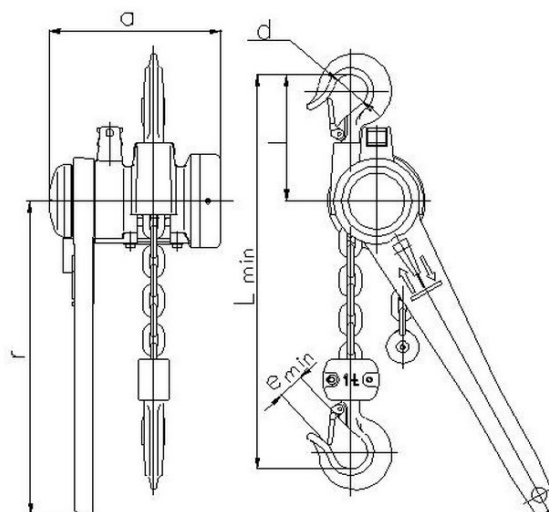
- 3) poté zapojím řehťáckový zvedák mezi dvě svorky a začnu s natahováním pásu



Obr. 19.2. Postup č. 3.

Pro vyvození síly potřebné k natažení pásu požívám řehtačkový zvedák. Tento zvedák je vhodný pro lehčí dílenské použití. Konkrétně je určen ke zvedání a vlečení břemen, napínací práce, montážní a manipulační práce.

Já volím řehtačkový zvedák BRANO Z310 1,6t. Jeho nosnost je jak sám název napovídá 1,6 tuny. Zvedáky větších nosností než 1,6t stejně nelze použít jelikož výrobce pásových svěrek uvádí, že lze použít pouze zařízení která dokáží vyvinout sílu adekvátní k 2,7 tunám. Délka řetězu zvedáku L je v mém případě 4,5 m. Vzhledem k tomu, že máme dvě strany pásu a dva páry svorek potřebujeme také dva pákové zvedáky. Na obrázku číslo 20. je znázorněn tento zvedák s uvedenými hlavními parametry.



Obr. 20. Řehtačkový zvedák

Typ	Nosnost (t)	Počet nosných pramenů	Řetěz břemenový	Ovládací síla (N)	Zvedací rychlost (m/min)	Hlavní rozměry (mm)						Hmotnost (kg)
						a	d	e (mm)	l	L (mm)	r	
Z 310	0,5	1	Ø 5 x 15	120	0,3	166	30	18,5	120	235	290	7,6
Z 310-1	1	1	Ø 7 x 21	180	0,33	190	36	23,5	135	300	380	10,5
Z 310	1,6	1	Ø 9 x 27	300	0,4	187	43	29,5	175	420	380	14,4
	3,2	2	Ø 9 x 27	350	0,2	187	50	35,5	220	500	380	22,5
	5	3	Ø 9 x 27	400	0,13	187	56	39,5	230	700	380	33
* vypočteno za předpokladu 48 kyvů ruční pákou za minutu. (1 kyv = pohyb ruční pákou z jedné krajní polohy do druhé krajní polohy a zpět)												

Tab. 2. Hlavní parametry řehťákového zvedáku BRANO

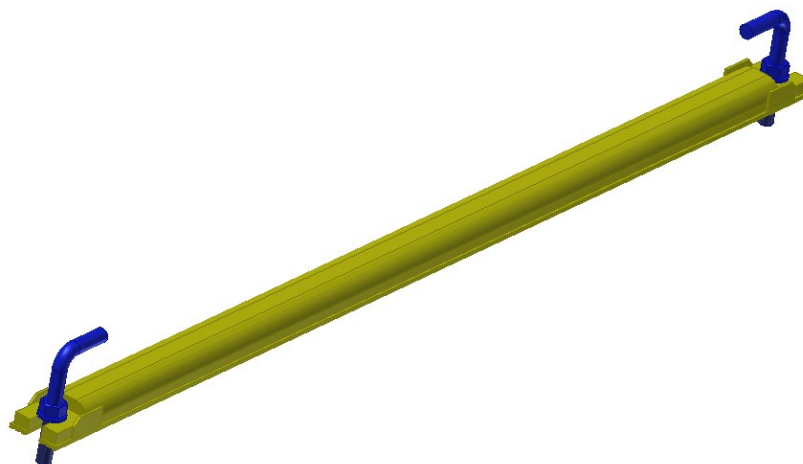
9 PŘÍDAVNÁ ZAŘÍZENÍ K PRACOVNÍMU STOLU (1200mm)

Přídavná zařízení slouží k pomocným pracím při manipulaci s pásem a jeho přípravě k spojení. Některá příd. zařízení nejsou nutná ke správnému použití pracovního stolu avšak najdou se také bez kterých bychom se neobešli a z hlediska hlavně bezpečnosti je je nutné použít. Mezi přídavná zařízení řadím pásovou lištu, přídavné lišty po bocích stolu, šroubový zvedák, sada různého nářadí.

Pásová lišta:

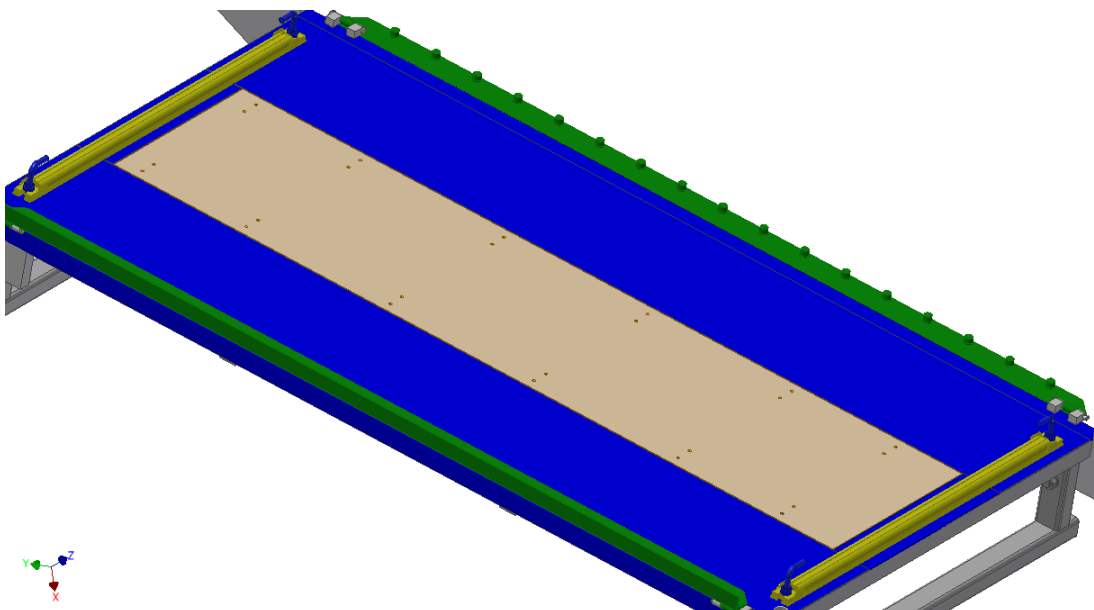
Je zkonstruována z plechů různých tloušťek. Na spodní straně má vroubky pro lepší uchycení pásu a po bocích zesílené lemy. Zesílené lemy jsou zde kvůli tomu, aby nedocházelo k deformacím materiálu pod šroubem při utahování. Lišta je tvořena zahnutým plechem a tudíž je uvnitř dutá což výrazně napomáhá ke snížení hmotnosti celé lišty. Plech

který tvoří vydutou část má dostatečnou tloušťku aby nedocházelo k deformacím a tím pádem má lišta dostatečnou pevnost. Jednotlivé kusy jsou navzájem spojeny svary.



Obr. 21. Pásová lišta

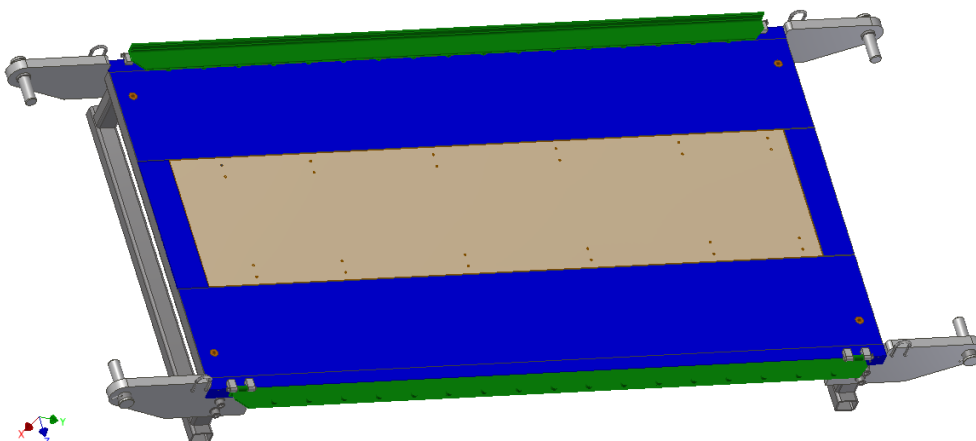
Přítlačný šroub je sestaven pomocí tyče kruhového průřezu. Tyč je ohnuta do pravého úhlu a na druhém konci je vyřezaný závit. Následně se až do konce závitu zašroubuje příslušná matice a za ní pak podložka správné velikosti. Aby podložka a matice nevypadávaly je nutné matici a podložku přivařit k tyči. Konstrukce šroubu je taková, aby člověk dokázal vyvodit dostatečnou sílu k upnutí pásu k pracovní desce. Pásová svěrka se umísťuje na oba konce pracovního stolu, kde jsou připraveny závitové vložky, do kterých se šrouby zašroubují.



Obr. 21.1. Umístění pásových lišt na pracovním stole

Přídavné lišty na bocích:

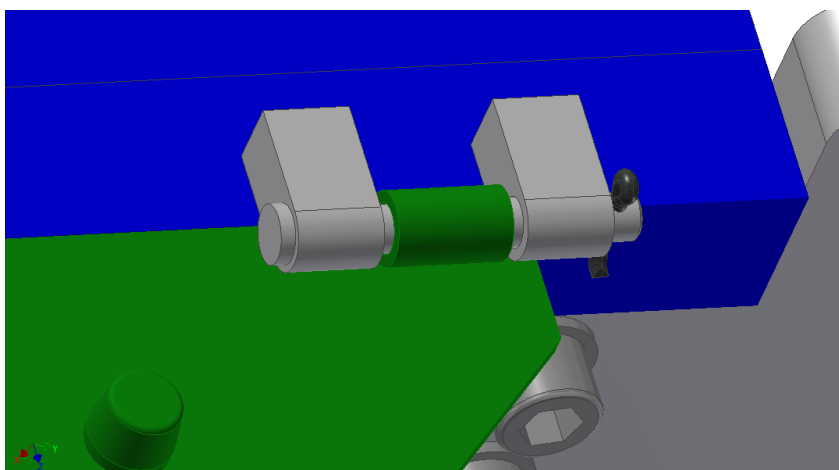
Přídavné lišty jsou umístěny po bocích stolu a slouží k vymezení prostoru pro vulkanizační lis. Jsou navrženy tak aby šli sklápět. Tato vlastnost se hodí především při uskladnění stolu pod dopravník. Tedy pokud chceme stůl uskladnit lišty zvedneme nahoru a nezabírají žádné další místo. Pokud bychom potřebovali ke spojení pásu pomocí vulkanizace za tepla využít vulkanizační lis, tak přídavné lišty sklopíme a vytvoříme tím vyhrazený prostor pro lis.



Obr. 21.2. Zeleně znázorněné jsou přídavné lišty

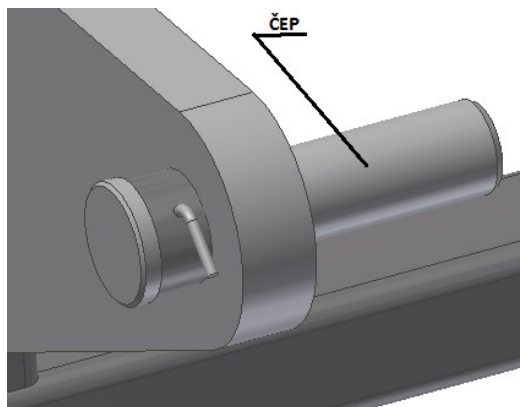
Na obrázku číslo 21.2. máme znázorněny obě polohy přídatné lišty (dále jen lišty). V horní části obrázku máme lištu v poloze sklopené tedy připravené k uskladnění. Naproti tomu ve spodní části obrázku máme lištu v zaklopené pozici a tudíž je to poloha potřebná k ustálení vulkanizačního lisu.

Konstrukce lišty je tvořena L profilem ČSN EN 10056-1 – L100x50x8 – 2008. Do které jsou vyvrtány otvory pro zářezky. Zářezky jsou do otvoru uloženy s přesahem. Upevnění lišty ke stolu znázorňuje obrázek číslo 21.3. Lišta má na svých koncích přivařený kousek trubky, který slouží k umístění čepu. Na rohu stolu jsou přivařeny hranolky s kruhovým otvorem který slouží k provlečení čepu. Čep má na jedné straně hlavu a na druhé je zajištěn proti posunutí pomocí závlačky (ČSN EN ISO 1234 6, 3x22:4).



Obr. 21.3. Upevnění lišty pomocí čepu

10 VÝPOČET ČEPU



Obr. 22. Počítaný čep

Určení zatěžující síly:

- čistá hmotnost stolu bez válečků pro výpočet hlavního čepu

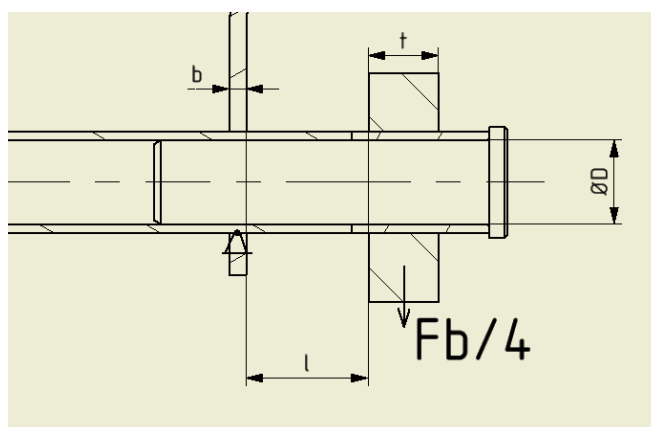
$$m_b = 700 \text{ kg}$$

Síla:

$$F_b = m_b \cdot g = 700 \cdot 9,81 = 6867 \text{ N} \quad (1)$$

Nákres a základní parametry materiálu:

- materiál čepu je 11 500, $\sigma_{DO} = 100 \text{ MPa}$, $\tau_D = 70 \text{ MPa}$, $p_D = 30 \text{ MPa}$



Obr. 23. Nákres zatížení čepu

Ohybový moment:

$$M_o = \frac{F_b}{4} \cdot \left(\frac{b}{2} + l + \frac{t}{2} \right) = \frac{6867}{4} \cdot \left(\frac{10}{2} + 73 + \frac{42}{2} \right) = 169958 \text{ Nmm}$$

(2)

Výpočet minimálního průměru čepu:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{DO}$$

(2.1)

$$\sigma_{DO} = \frac{M_o}{\frac{\pi \cdot D^3}{32}} \Rightarrow D^3 = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_o}{\pi \cdot \sigma_{DO}}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 169958}{\pi \cdot 100}} = 25,87 \text{ mm} \Rightarrow \text{VOLÍM ČEP 50 X 200 A ISO 2341}$$

W_o = modul průřezu v ohybu čepu

Kontrola čepu na střih:

$$\tau_s \leq \tau_{DS}$$

(2.2)

$$\frac{\frac{F_b}{4}}{S_{\check{c}}} = \frac{\frac{F_b}{4}}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \leq \tau_{DS}$$

$$\frac{\frac{6867}{4}}{\frac{\pi \cdot 50^2}{4}} = 0,874 \text{ MPa} \leq 70 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Kontrola čepu na otláčení:

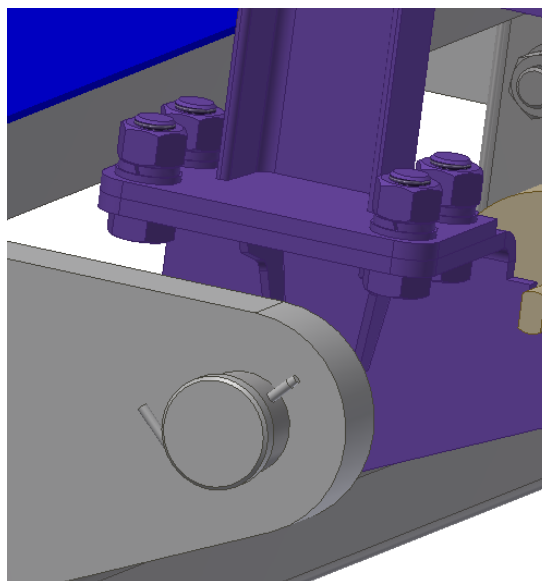
$$p = \frac{F}{S} \leq p_D$$

(2.3)

$$p = \frac{\frac{F_b}{4}}{D \cdot b} \leq p_D$$

$$\frac{\frac{6867}{4}}{50 \cdot 10} = 3,43 \text{ MPa} \leq 30 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

11 VÝPOČET ŠROUBOVÉHO SPOJE



Obr. 23. Počítané šroubové spojení

Určení zatěžující síly:

- zjištěná celková hmotnost stolu i s válečky pomocí programu Inventor

$$m_c = 836 \text{ kg}$$

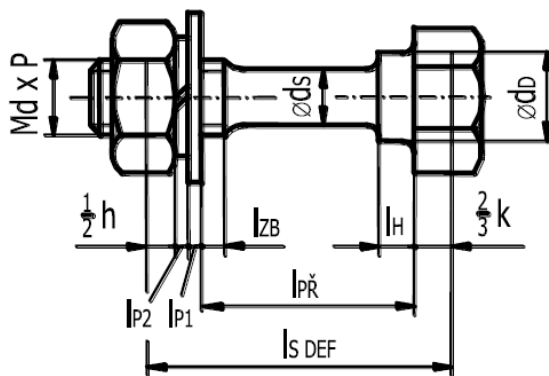
Síla:

$$F_c = m_c \cdot g = 836 \cdot 9,81 = 8202 \text{ N} \quad (3)$$

- máme čtyři šrouby ve čtyřech místech proto $F = F_c/8 = 1025 \text{ N}$

Výpočet tuhosti šroubu:

- mnou zvolený: ŠROUB M24 x 55 ISO 4017
- zvolená matice: MATICE ISO M24 4032
- zvolená pružná podložka: PODLOŽKA 24 ČSN 02 1740
- zvolená podložka: PODLOŽKA 24 ISO 7092
- modul pružnosti v tahu materiálu šroubu: $E_s = 2,1 \times 10^5 \text{ MPa}$



Obr. 23.1. Rozměry šroubu pro výpočet tuhosti [15]

Rozměry:

$$M_d = 24 \text{ mm}$$

$$d_s = 24 \text{ mm}$$

$$h = 21,5 \text{ mm}$$

$$k = 15 \text{ mm}$$

$$l_{zB} = 11 \text{ mm}$$

$$l_{p1} = 4 \text{ mm}$$

$$l_{p2} = 5 \text{ mm}$$

$$l_{p\check{R}} = 20 \text{ mm}$$

Výpočet:

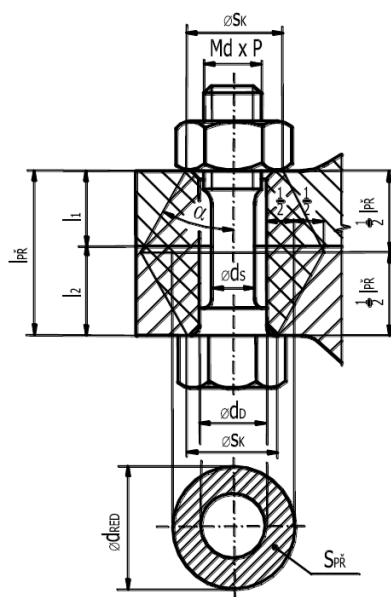
$$\frac{1}{c_s} = \frac{1}{E_s} \cdot \left[\frac{\frac{1}{2} \cdot h}{\pi \cdot \left(\frac{d_2}{2}\right)^2} + \frac{l_{p2} + l_{p1} + l_{zb}}{\pi \cdot \left(\frac{d_3}{2}\right)^2} + \frac{l_{p\check{R}} - l_{zb} + \frac{2}{3} \cdot k}{\pi \cdot \left(\frac{d_s}{2}\right)^2} \right] \quad (3.1)$$

$$\frac{1}{c_s} = \frac{1}{2,1 \times 10^5} \cdot \left[\frac{\frac{1}{2} \cdot 21,5}{\pi \cdot \left(\frac{23,675}{2}\right)^2} + \frac{5 + 4 + 11}{\pi \cdot \left(\frac{23,387}{2}\right)^2} + \frac{20 - 11 + \frac{2}{3} \cdot 15}{\pi \cdot \left(\frac{24}{2}\right)^2} \right]$$

$$\frac{1}{c_s} = 5,38 \times 10^{-7} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

$$c_s = 1,859 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Výpočet tuhosti příruby:



Obr. 23.1. Rozměry příruby pro výpočet tuhosti [15]

Rozměry:

$$l_{př} = 20 \text{ mm}$$

$$s_k = 33,3 \text{ mm}$$

$$d_D = 25 \text{ mm}$$

Výpočet redukovaného průměru:

$$d_{RED} = s_k + \frac{l_{př}}{2} \cdot \tan \alpha = 33,3 + \frac{20}{2} \cdot \tan 36^\circ = 40,57 \text{ mm}$$

(3.2)

α = úhel komolého dvojkužele (35° až 40°)

Průřez přírubou:

$$S_{př} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{RED}^2 - d_D^2) = \frac{\pi}{4} \cdot (40,57^2 - 25^2) = 801,83 \text{ mm}^2$$

(3.3)

Tuhost příruby:

$$c_{př} = \frac{E_S \cdot S_{př}}{l_{př}} = \frac{2,1 \times 10^5 \cdot 801,83}{20} = 8,419 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad (3.4)$$

Další parametry spoje:

- součinitel tření v závitu: $f_z = 0,12$
- moment tření pod maticí: $M_{TM} = 1/2 M_{TZ}$
- utahovací moment: $M_u = 100 \text{ Nm}$

Výpočet momentu potřebného k překonání tření v závitu:

$$M_u = M_{TZ} + M_{TM} = M_{TZ} + \frac{1}{2} M_{TZ} \Rightarrow M_{TZ} = \frac{2 \cdot M_u}{3} \quad (3.5)$$

$$M_{TZ} = \frac{2 \cdot 100}{3} = 66,67 \text{ Nm}$$

M_{TZ} = moment potřebný k překonání tření v závitu

M_u = utahovací moment

M_{TM} = moment potřebný k překonání tření pod maticí

Osová síla:

$$M_{TZ} = F_o \cdot \tan(\psi + \varphi') \cdot \frac{d_2}{2} \Rightarrow F_o = \frac{2 \cdot M_{TZ}}{\tan(\psi + \varphi') \cdot d_2} \quad (3.6)$$

$$F_o = \frac{2 \cdot 66,67 \times 10^3}{\tan(0,39 + 7,88^\circ) \cdot 23,675} = 38749 \text{ N}$$

Úhel stoupání závitu:

$$\psi = \tan^{-1} \frac{P}{\pi \cdot d_2} = \tan^{-1} \frac{0,5}{\pi \cdot 23,675} = 0,39^\circ \quad (3.7)$$

P = rozteč závitu

d_2 = střední průměr závitu

Redukovaný třecí úhel:

$$\varphi' = \tan^{-1} \frac{f_z}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \tan^{-1} \frac{0,12}{\cos \frac{60}{2}} = 7,88^\circ \quad (3.8)$$

α = úhel metrického závitu

Osová síla předepjatého šroubu:

$$F_S = F_O + F \cdot \frac{c_S}{c_S + c_{př}} = 38749 + 1025 \cdot \frac{1,859 \times 10^6}{1,859 \times 10^6 + 8,419 \times 10^6} = 38934 \text{ N} \quad (3.9)$$

Napětí v tahu:

$$\sigma_T = \frac{4 \cdot F_S}{\pi \cdot d_3^2} = \frac{4 \cdot 38934}{\pi \cdot 23,387^2} = 90,6 \text{ MPa} \quad (3.10)$$

d_3 = malý průměr závitu

Napětí v krutu:

$$\tau_K = \frac{F_S \cdot \tan(\psi + \varphi') \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} = \frac{38934 \cdot \tan(0,39 + 7,88) \cdot \frac{23,675}{2}}{\frac{\pi \cdot 23,387^3}{16}} = 26,7 \text{ MPa} \quad (3.11)$$

Výpočet redukovaného napětí dle Guesta:

$$\sigma_{\text{RED}} = \sqrt{\sigma_T^2 + 4 \cdot \tau_K^2} = \sqrt{90,6^2 + 4 \cdot 26,7^2} = 105,2 \text{ MPa}$$

(3.12)

Výpočet bezpečnosti:

mez kluzu materiálu šroubu je: $R_e = 640 \text{ MPa}$

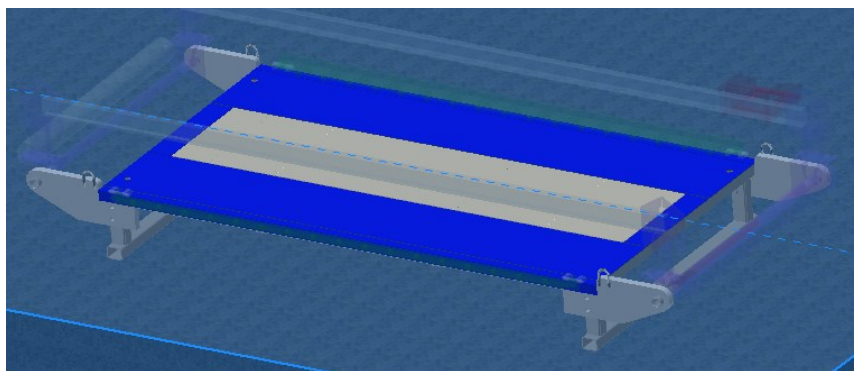
$$k = \frac{R_e}{\sigma_{\text{RED}}} = \frac{640}{105,2} = 6,1 \Rightarrow \text{ŠROUB JE PŘEDIMENZOVÁN}$$

Předimenzování šroubu bylo čistě záměrné, jelikož zátěž se může ještě zvýšit přidáním úložných boxů pod pracovní stůl. Ale i tak bychom mohli zvolit úspornější variantu (boxy nemají nikterak závratnou hmotnost), z důvodu větší bezpečnosti a stability sem se však rozhodl nechat spoj tak jak je.

12 URČENÍ DEFORMACÍ STOLU POMOCÍ MKP ANALÝZY

Vzhledem k tomu, že pracovní stůl musí být dostatečně tuhý a pevný pro bezpečnost práce, tak musím provést kontrolu deformací. Kontrolu deformací zjišťuji pomocí MKP analýzy provedené v programu Autodesk Inventor 2015.

Zatížení stolu od hmotnosti vulkanizačního lisu se objevuje pouze v pracovní poloze tudíž musíme vynechat ze simulace prvky konzolového zavěšení.

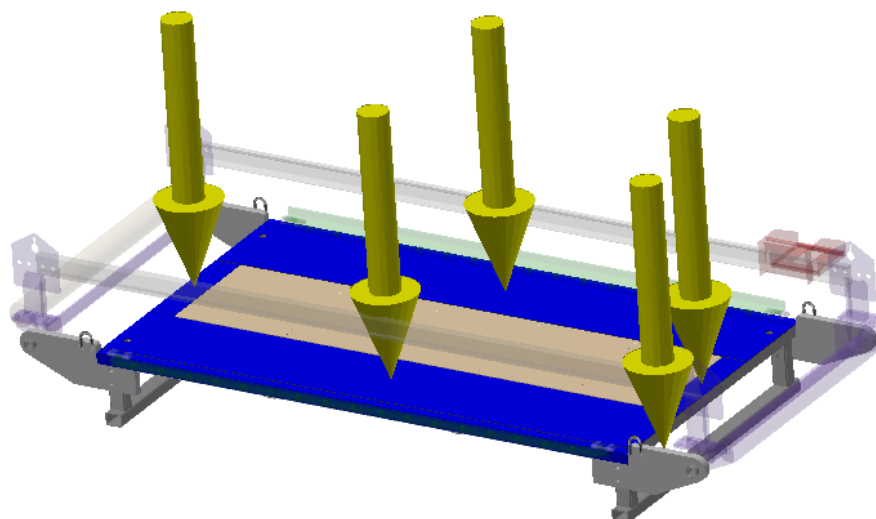


Obr. 24. Ukázka určení vazeb

Kvůli správné definici vazeb sem byl donucen použít betonovou platformu kterou jsem určil jako pevný prvek tedy betonová platforma má ve všech směrech pevnou vazbu.

Dotyky jsou téměř všechny vázané, jelikož je konstrukce spojována pomocí svarů. Nejdůležitější bylo určení dotyku mezi nohami stolu a betonovou základnou. Tento dotyk jsem určil jako separaci.

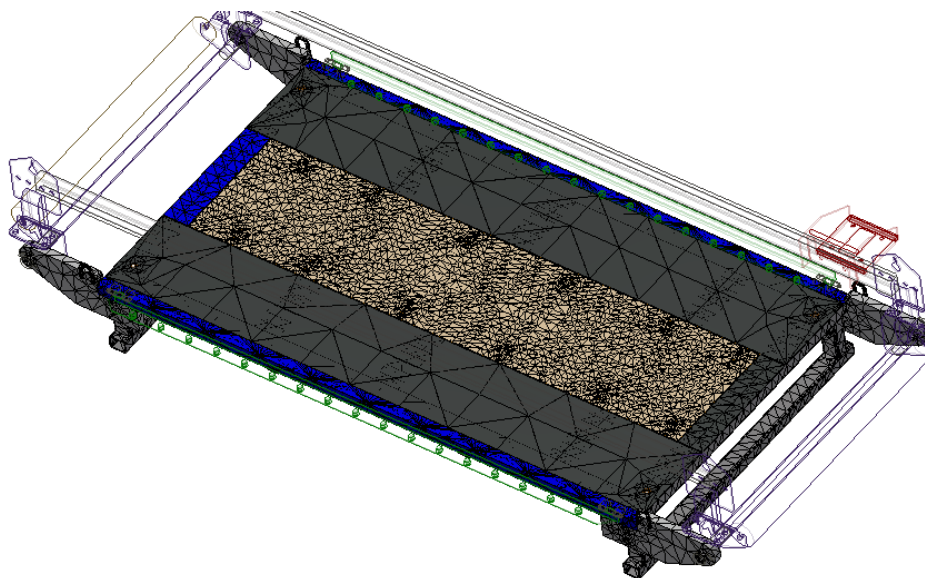
Následoval krok určení zatěžující síly. Sílu sem odvodil od možné hmotnosti vulkanizačního lisu (ten může vážit až 4 t). Síla má tedy velikost po zaokrouhlení 40 kN. Samozřejmostí je také definování gravitace. Ta je umístěna jako jediná síla na plochu závěsného ucha.



Obr. 24.1. Zatížení

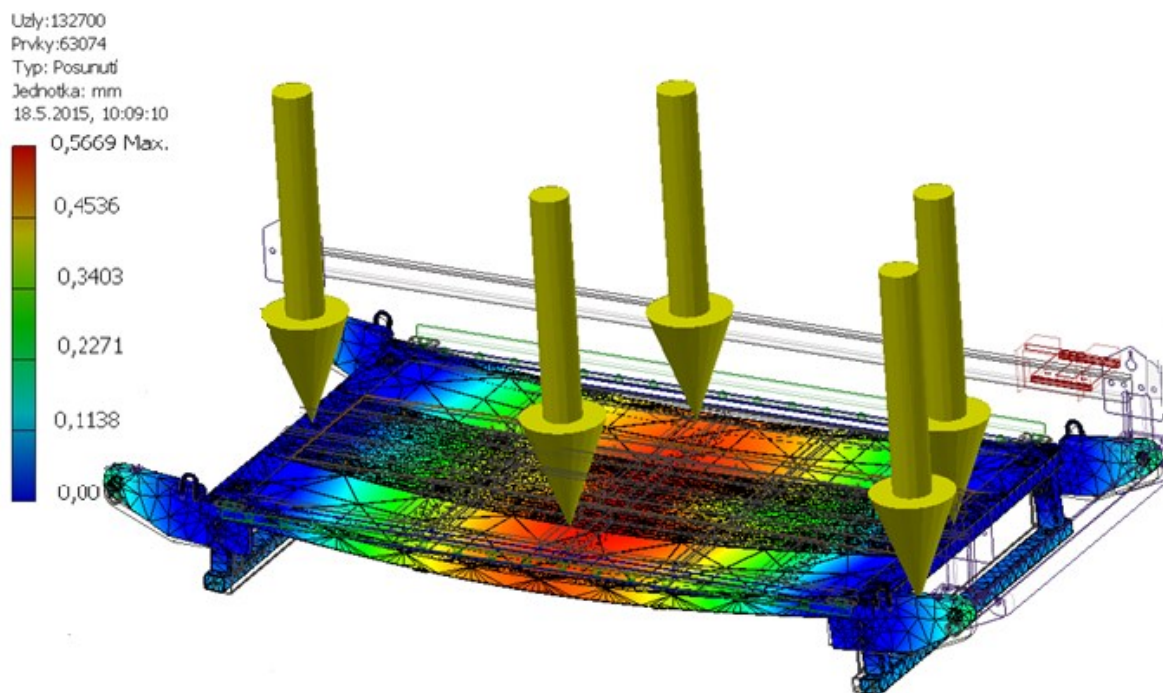
Dále se musí také definovat materiál všech komponent, jelikož však konstrukce je tvořena především normalizovanými díly nebyl tento krok zapotřebí.

Posledním krokem před spuštěním simulace je definovat síť prvku. Vzhledem k složitosti (hlavně velkému počtu dílů) jsem zvolil velikost sítě 0,1.



Obr. 24.2. Vysíťovaný model

Nakonec přišla na řadu samotná simulace, během níž nedošlo k žádným chybovým hlášením a tak zde máme grafický výsledek deformace.



Obr. 24.3. Zdeformovaná konstrukce

Výsledek, zhodnocení:

Nejvyšší hodnota průhybu nastala uprostřed stolu. To je zcela v pořádku, jelikož zde je největší ohybový moment způsobený zátěží od vulkanizačního lisu. Moment je největší uprostřed díky nejdelší vzdálenosti od podpěry (v našem případě jsou to nohy stolu). Výsledek odpovídá mým představám o dostatečné tuhosti konstrukce. Posun nastal v největší míře pouze okolo 0,6 mm. Navíc stůl je konstruován tak, že pokud by se instalovaly přídatné boxy tak ty sahají až k podkladu a tím pádem by taktéž svou nosnou kostrou podpírali prostředek stolu a posunutí by se ještě zmenšilo.

13 ZÁVĚR

Pracovní stůl, jinými slovy mobilní pracoviště pro spojování dopravních pásů jsem navrhnul a zkonstruoval na základě požadavků, které byly stanoveny v zadání bakalářské práce. Splnit jsem musel podmínku pro stavebnicovou konstrukci. Tuto podmínku jsem splnil díky možnosti kdykoli pracovní stůl demontovat a přenést na jiné místo kde ho je zapotřebí (např. prasklý pás na jiném dopravníku). Dále také stavebnicová konstrukce umožňuje snadné složení a zároveň uskladnění stolu pod konstrukci pásového dopravníku. Snadnost uvedení přípravku do pracovní polohy zaručují vyjímatelné čepy a ruční lanové navijáky, pomocí kterých se stůl spouští nebo naopak zase zvedá. Vzhledem ke stísněným prostorům v hlubinných dolech sem svou konstrukci koncipoval jako závěsnou pod nosnou kostru samotného dopravníku. Což přineslo problém v oblasti vedení pásu v dolní větvi, proto jsem umístil na nosnou konzoli válečky, které vedou pás. Válečky by však nemuseli stačit a vlivem průhybu pásu by mohl třít o pracovní plochu stolu. To jsem vyřešil pomocí přidání kluzné desky do prostředky pracovní plochy a ta zajišťuje snížení tření a tím chrání jak samotný pás, tak pracovní stůl.

Vzhledem k pracovnímu prostředí ve kterém pracovní stůl pracuje bylo nutné navrhnout některé prvky jinak, a to tak aby splňovaly veškeré bezpečnostní předpisy a normy. Jedním z nejdůležitějších aspektů práce v hlubinných dolech jsou výskyty výbušných plynů, proto se v této pracovní oblasti nesmí nacházet žádná zařízení, která by mohla tyto plyny zažehnout. Z tohoto důvodu jsem při výběru potřebného vybavení jako jsou například lanové navijáky vybíral z firem, které splňují normy ohledně práce zařízení v důlních prostorech. Nutná byla i změna materiálu lišty pásové svěrky od firmy Flexco, která je vyrobena ze slitin hliníku ten u nás není možné používat, a proto jsem musel specifikovat výrobu lišty z ocelového materiálu. Také svěrku pásové svěrky jsem musel upravit, aby vyhovovala bezpečnostním předpisům a regulím.

Konstrukce stolu je tvořena zejména normalizovanými profily. Což jak doufám značně sníží náklady na výrobu a také následnou opravu a údržbu. Pevnostně jsem prověřil především nosné čepy a šrouby které přenášejí veškerou sílu vzniklou tíhou samotného pracovního stolu. Také jsem prověřil pomocí MKP analýzy v programu Autodesk Inventor 2015 hlavní rámovou konstrukci celého stolu. U MKP analýzy jsem prováděl simulaci pro ověření deformací, jelikož napěťová kontrola by byla vzhledem ke konstrukci zbytečná a nic by neukázala. Z výsledků výpočtů se může na první pohled zdát, že jsou komponenty příliš

předimenzované, avšak musíme dbát na zvýšenou bezpečnost a také na to, že pod nosnou plochu stolu lze ještě umístit přídatné boxy.

Dalším mým úkolem bylo zpracovat řešerši stávajících technologií a technik spojování dopravních pásů a přehled používaných pásů v dolech. Začal jsem popisem dopravníků se zaměřením především na pásové dopravníky. Dále jsem vypsál konstrukci, druhy a použití dopravních pásů. Následoval výčet technik spojování pásů a nakonec krátká specifikace zařízení pro vulkanizaci za tepla (vulkanizační lis).

Výsledkem mé bakalářské práce je mobilní pracoviště pro spojování pásů o šířce 1200 mm. Které se montuje na nosnou konstrukce dopravníku a je na něm možné usazovat těžké vulkanizační lisy.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] STZSERVIS. Dopravní pásy: www.stzservis.cz [online]. [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: <http://www.stzservis.cz/dopravni-pasy-pryzotextilni.aspx>
- [2] DOPRAVNIKOVE PASY. [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.dopravnikovepasy.cz/7-dopravni-pasy.html>
- [3] HABERKORN. [Www.haberkorn.cz](http://www.haberkorn.cz) [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.haberkorn.cz/valeckovy-dopravnik-pohaneny/>
- [4] ENGEL. [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://www.zivefirmy.cz/engel-strojirenska_f1017152
- [5] BESEL. [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://www.besel.sk/_obr/fb400-2000_b.jpg
- [6] LOMY. [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://foto.solvayovylomy.cz/album.php?id_a=38
- [7] LOMY. Technology [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.technology.cz/balici-stroje/pasove-dopravniky/lomeny-pasovy-dopravnik/>
- [8] KAŠPÁREK, Jaroslav. Dopravní a manipulační zařízení. Vysoké učení technické v Brně.
- [9] BRÁZDA, Robert. 2013. DOPRAVNÍ A MANIPULAČNÍ ZAŘÍZENÍ. První. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. ISBN ISBN 978-80-248-3012-4.
- [10] MARASOVÁ, D. 2006. Pásová doprava. První vydání. Košice: Technická univerzita v Košiciach. ISBN ISBN 80-8073-628-6.
- [11] Pogumovani [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://www.pogumovani.cz/www-incoprumysl-cz/VULKANIZACNI-LISY-c12_0_1.htm
- [12] BOBOK, Jiří. 2015. KONSTRUKCE A SPOJOVÁNÍ DOPRAVNÍCH PÁSŮ [online]. Číslo 1. [cit. 2015-05-10]

- [13] Transroll [online]. [cit. 2015-05-1]. Dostupné z: <http://www.transroll.cz/hladke-dopravni-valecky>
- [14] Plastpartner [online]. [cit. 2015-05-1]. Dostupné z: <http://www.plastpartner.cz/Nas-sortiment/PE-UHMW-1000>
- [15] KALÁB,. 2013. NÁVRH A VÝPOČET DYNAMICKY NAMÁHANÉHO ŠROUBU PŘÍRUBOVÉHO SPOJE [Vysokoškolská příručka]. Ostrava.

PŘÍLOHY

Příloha A Dílenský výkres ucha závěsu

MP-SLO-01-1

Příloha B CD-ROM s textem bakalářské práce a výkresem